



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación del TPM para incrementar la eficiencia en la máquina
peletizadora de una empresa del sector plástico, Lurigancho, Chosica,
2023”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Jeronimo Saldaña, Nicole Astrid (orcid.org/0000-0002-8875-0441)

Romero Flores, Jhordy Josue (orcid.org/0000-0002-9297-3795)

ASESOR:

Mgtr. Ramos Harada, Fredy Armando (orcid.org/0000-0002-3619-5140)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productividad

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

A Cindy y a mí misma: a ella, por ser la serenidad en mi viaje, y a mí, por persistir contra viento y marea. Este logro es nuestro.

Nicole Jerónimo

Para Savina y mi familia, jefes y amigos de trabajo: su apoyo en un momento crucial ha sido fundamental para alcanzar este logro. Gracias por creer en mí y motivarme a seguir mis sueños.

Jhordy Romero

Agradecimiento

A mi familia, por su amor incondicional y su confianza en mis capacidades; a mis profesores, por sembrar la semilla del conocimiento y guiar mi camino académico; y a mis amigos, por ser el refugio y la alegría en los momentos de desafío.

Nicole Jerónimo

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi familia, jefes y amigos por su apoyo constante. Su respaldo ha sido fundamental en mi camino. Gracias por creer en mí y motivarme a seguir adelante con mis metas.

Jhordy Romero



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, RAMOS HARADA FREDDY ARMANDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación del TPM para Incrementar la Eficiencia en la Máquina Peletizadora de una empresa del sector Plástico, Lurigancho, Chosica, 2023", cuyos autores son ROMERO FLORES JHORDY JOSUE, JERONIMO SALDAÑA NICOLE ASTRID, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 01 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
RAMOS HARADA FREDDY ARMANDO DNI: 07823251 ORCID: 0000-0002-3619-5140	Firmado electrónicamente por: FRAMOSH el 15-12- 2023 15:40:57

Código documento Trilce: TRI - 0676902



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ROMERO FLORES JHORDY JOSUE, JERONIMO SALDAÑA NICOLE ASTRID estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación del TPM para Incrementar la Eficiencia en la Máquina Peletizadora de una empresa del sector Plástico, Lurigancho, Chosica, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JHORDY JOSUE ROMERO FLORES DNI: 74322098 ORCID: 0000-0002-9297-3795	Firmado electrónicamente por: JROMEROFL el 01-12- 2023 23:15:46
NICOLE ASTRID JERONIMO SALDAÑA DNI: 76590016 ORCID: 0000-0002-8875-0441	Firmado electrónicamente por: NJERONIMO el 01-12- 2023 11:58:12

Código documento Trilce: TRI - 0676903

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	vi
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Gráficos y Figuras.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización	14
3.3. Población, muestra y muestreo	18
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos	18
3.5. Procedimientos de Recolección de Datos	21
3.6. Método y análisis de datos	22
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN	52
VI. CONCLUSIONES	54
VII. RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de Mantenimiento Autónomo	15
Tabla 2. Indicadores de Mantenimiento Planificado	15
Tabla 3. Indicadores de Disponibilidad Global del Equipo	16
Tabla 4. Indicadores de Rendimiento Global del Equipo	16
Tabla 5. Indicadores de Calidad Global del Equipo.....	16
Tabla 6. Fórmula del OEE.....	17
Tabla 7. Rangos aceptables del OEE	17
Tabla 8. Actividades de Gerente y Asistente.....	25
Tabla 9. Actividades del Supervisor	27
Tabla 10. Actividades de Operarios	27
Tabla 11. Costos Laborales por Rol.....	28
Tabla 12. Costos Adicionales de Capacitación y Herramientas de TPM	28
Tabla 13. Resumen del Costo Total de Inversión	29
Tabla 14. Seguimiento Semanal de Actividades de Capacitación	30
Tabla 15. Estadísticas Descriptivas de Capacitaciones	30
Tabla 16. Resultados Pre-test de Prácticas de Mantenimiento Autónomo	32
Tabla 17. Estadísticas Descriptivas de Pretest para Procesos de Mantenimiento .	32
Tabla 18. Resultados Post-test de Prácticas de Mantenimiento Autónomo.....	33
Tabla 19. Estadísticas Descriptivas de Pretest para Procesos de Mantenimiento .	33
Tabla 20. Resultados del Indicador Mantenimiento Planificado - MTBF	34
Tabla 21. Resultados del Indicador Mantenimiento Planificado - MTTR.....	36
Tabla 22. Resultados del Indicador Disponibilidad.....	38
Tabla 23. Resultados del Indicador Rendimiento.....	39
Tabla 24. Resultados del Indicador Calidad.....	41
Tabla 25. Prueba de normalidad Disponibilidad.....	43

Tabla 26. Prueba de muestras emparejadas Disponibilidad	44
Tabla 27. Correlaciones de muestras emparejadas Disponibilidad.....	44
Tabla 28. Prueba de muestras emparejadas Disponibilidad	44
Tabla 29. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon Disponibilidad.....	45
Tabla 30. Estadísticos de prueba Disponibilidad.....	45
Tabla 31. Prueba de normalidad Rendimiento	47
Tabla 32. Estadísticas de muestras emparejadas Rendimiento.....	47
Tabla 33. Correlaciones de muestras emparejadas Rendimiento.....	47
Tabla 34. Prueba de muestras emparejadas Rendimiento	48
Tabla 35. Pruebas de normalidad Calidad	48
Tabla 36. Estadísticas de muestras emparejadas Calidad	49
Tabla 37. Correlaciones de muestras emparejadas Calidad	49
Tabla 38. Prueba de muestras emparejadas Calidad	50
Tabla 39. Rangos Calidad.....	50
Tabla 40. Estadísticos de prueba Calidad.....	51
Tabla 41. Indicadores de OEE en Pretest.....	52
Tabla 42. Indicadores de OEE en Post-test	52
Tabla 43. Cuestionario en la empresa del sector plástico en Lurigancho Chosica	62
Tabla 44. Lista de causas de la baja eficiencia en la máquina peletizadora	63
Tabla 45. Análisis de la baja eficiencia productiva	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Gráfico 1. Comparación Semanal de Actividades Programadas y Realizadas.....	31
Gráfico 2. Comparación de Pretest y Postest Durante 12 Semanas	34
Gráfico 3. Análisis de la Evolución del MTBF en Pretest y Postest	35
Gráfico 4. Análisis de la Evolución del MTTR en Pretest y Postest	37
Gráfico 5. Evolución de la Disponibilidad Semanal en Pretest y Postest.....	38
Gráfico 6. Evolución de la Rendimiento Semanal en Pretest y Postest	40
Gráfico 7. Evolución de la Calidad Semanal en Pretest y Postest.....	41
Figura 1. Problemas que están provocando la baja eficiencia en la empresa	63
Figura 2. Causas de baja productividad en máquina peletizadora plástica	65

RESUMEN

Esta presente investigación "Aplicación del TPM para Incrementar la Eficiencia en la Máquina Peletizadora de una empresa del sector Plástico Lurigancho Chosica 2023" investiga el impacto del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la eficiencia operativa. Mediante un enfoque cuantitativo pre-experimental, se evalúan indicadores clave como el MTBF y el MTTR. Las conclusiones revelan que, aunque el TPM mejora ciertos aspectos de la eficiencia, como el aumento del MTBF, enfrenta desafíos como el incremento en el MTTR. Este estudio subraya la importancia de una implementación cuidadosa del TPM para optimizar la eficiencia operativa en la industria del plástico.

Palabras clave: TPM, Eficiencia, Industria del Plástico, MTBF, MTTR.

ABSTRACT

This current research, "Application of TPM to Increase Efficiency in the Pelletizing Machine of a Plastic Sector Company in Lurigancho Chosica 2023," investigates the impact of Total Productive Maintenance (TPM) on operational efficiency. Utilizing a pre-experimental quantitative approach, it evaluates key indicators like MTBF and MTTR. The findings reveal that while TPM enhances certain efficiency aspects, such as MTBF improvement, it encounters challenges like an increase in MTTR. This study emphasizes the importance of careful TPM implementation to optimize operational efficiency in the plastic industry.

Keywords: TPM, Efficiency, Plastic Industry, MTBF, MTTR.

I. INTRODUCCIÓN

El rubro de plástico viene siendo una industria en potencialmente en crecimiento debido al uso continuo y permanente en el mundo es por el cual Plastics Europe quien es una entidad que actúa como portavoz de los productores de plásticos en el continente europeo, impulsando la adopción responsable y sostenible de los plásticos en la esfera industria indica del crecimiento en la producción de consumo de plástico mundial. Plastics Europe (2023) nos dice que “después de un estancamiento en 2020 debido a la pandemia de la COVID-19, en 2021 la producción de plásticos a escala mundial aumentó hasta los 390,7 millones de toneladas referido que crece de manera indeterminada por su importancia en su entorno” (37. p.). Flores (2021) “estima que en 2015 se produjeron más de 6300 millones de toneladas métricas de desechos plásticos; solamente el 9 % fue reciclado, el 12 % fue incinerado y el 79 % restante está acumulado en el ambiente” (2 p.). En un mercado creciente y competitivo, la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) es esencial. Este enfoque mejora la eficiencia, reduce costos y mejora la calidad y flexibilidad de la producción, evitando así reprocesos y desperdicios. Todo lo anteriormente mencionado contribuye a una mayor rentabilidad y satisfacción del cliente, evitando la baja rentabilidad e insatisfacción en los clientes.

A nivel nacional, la industria plástica en Perú ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años, impulsada por la creciente demanda de productos plásticos en diversos sectores, como el envasado, la construcción y la automoción. Sin embargo, en este contexto de expansión, se enfrenta a desafíos importantes relacionados con la sostenibilidad y la gestión de residuos plásticos. La falta de una infraestructura de reciclaje eficiente y políticas ambientales sólidas ha llevado a la acumulación de desechos plásticos en el país. Además, la necesidad de adoptar prácticas más sostenibles en la producción y el uso de plástico se ha convertido en una preocupación clave para la industria y las autoridades gubernamentales. La implementación exitosa de medidas de reciclaje y la promoción de la responsabilidad ambiental en la industria plástica son desafíos cruciales que enfrenta Perú en su búsqueda de un equilibrio entre el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental en este sector. En la presente investigación se analizarán los datos proporcionados por la empresa con el objetivo de evaluar la situación actual, el mantenimiento, los tiempos muertos y las influencias en los costos. Utilizaremos el "Diagrama de Ishikawa" para identificar y comprender las

deficiencias. Luego, se realizarán recomendaciones precisas para abordar estos problemas y mejorar la eficiencia, apoyándonos en el análisis detallado mediante la metodología de Ishikawa (**Anexo 1**), que ayudará a desglosar las causas fundamentales de los problemas encontrados.

Después de recopilar datos sobre las causas de la baja eficiencia productiva, se calculó el porcentaje de causas analizadas y se representó en un gráfico de barras (**Anexo 2**). Según el principio de Pareto, al abordar el 20% de las causas (que son la falta de capacitación del personal y la ausencia de un plan de seguimiento en la máquina peletizadora), se resuelven el 80% de los problemas.

Concluimos por lo expuesto anteriormente que nuestro Título de investigación será: “Aplicación del TPM para Incrementar la Eficiencia en la Máquina Peletizadora de una empresa del sector Plástico, Lurigancho, Chosica 2023”

En el problema general, encontramos: ¿Cómo la implementación del TPM incrementará los OEE de la máquina peletizadora en una empresa del sector Plástico, Lurigancho, Chosica 2023? Siguiendo, tenemos como primer problema específico identificado: ¿Cómo la implementación del TPM incrementará la disponibilidad en la máquina peletizadora de una empresa del sector Plástico, Lurigancho, Chosica 2023? Como segundo problema específico: ¿Cómo la implementación del TPM incrementará el rendimiento de la máquina peletizadora en una empresa del sector Plástico, Lurigancho, Chosica 2023? Por último, ¿Cómo la implementación del TPM incrementará la calidad en el producto terminado en el sector Plástico, Lurigancho, Chosica 2023?

La justificación de este estudio se enfoca en la aplicación del Total Productive Maintenance (TPM) para mejorar la eficiencia de la máquina peletizadora en una empresa del sector plástico. Por otro lado, la justificación teórica se basa en la sólida teoría del TPM, respaldada por la literatura especializada en gestión de calidad y mantenimiento industrial. El TPM se fundamenta en la idea de que un mantenimiento proactivo y la participación activa de los empleados pueden aumentar la eficiencia y confiabilidad de los equipos, reduciendo paradas no programadas y mejorando la capacitación del personal. Con respecto a la justificación social, la implementación del TPM no solo beneficia a la empresa, sino que también tiene un impacto social importante. Mejora las habilidades y calidad de vida de los trabajadores al reducir paradas no programadas y crear ambientes laborales más seguros y saludables. Además, sirve como ejemplo para otras empresas, fomentando prácticas laborales eficientes y seguras

en el sector. Es así que, la justificación económica, en este estudio es esencial. La implementación efectiva del TPM reduce costos operativos, aumenta la rentabilidad de la empresa y su competitividad en el mercado. Esto puede llevar a la expansión de la empresa, la creación de empleos y una mejora en la economía local. Además, al aumentar la vida útil de las máquinas y la calidad de los productos, la empresa puede atraer más clientes y oportunidades de negocio, contribuyendo al crecimiento económico de la industria plástica en la región. Por último, la justificación práctica este estudio es relevante en la práctica ya que la implementación del TPM puede reducir los costos operativos, mejorar la eficiencia de la máquina peletizadora y la calidad de los productos, lo que beneficia directamente a la empresa, su competitividad y la calidad de vida de los empleados.

Según Rodríguez S. (2020) “Las hipótesis nos indican lo que estamos tratando de probar, la solución de nuestro problema y sirven como explicaciones tentativas del fenómeno investigado; deben estar formuladas a manera de proposiciones” (p.78). La presente tesis tiene como hipótesis general: “La aplicación de la metodología TPM incrementa la eficiencia global de la máquina de peletización en una compañía dedicada a la industria del plástico en Lurigancho - Chosica, 2023”

Como primera hipótesis específica: La metodología TPM incrementa la disponibilidad de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023. Como segunda hipótesis específica: La metodología TPM incrementa el rendimiento de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023. Por último, como tercera hipótesis específica: La metodología TPM incrementa la calidad del producto final de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023.

Con respecto a los objetivos de la presente investigación tenemos al objetivo general de nuestro proyecto de investigación el cual es: Determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total incrementará la eficiencia global de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023. Como primer Objetivo específico es: Determinará cómo la metodología TPM incrementará la disponibilidad de la **máquina** peletizadora en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023; como segundo objetivo específico es: Determinar cómo la metodología TPM incrementará el rendimiento de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023 y por último el tercer objetivo

específico es: Determinar cómo la metodología TPM incrementará la calidad del producto final de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos Previos

a). Antecedentes Nacionales

Chumpitaz y Milla (2023), en su proyecto de investigación sobre "Aplicación del TPM para mejorar la efectividad total de los equipos de la empresa TEXTIL & TEJIDO E.I.R.L.", implementaron el TPM para elevar la efectividad de los equipos. Identificaron las averías constantes y productos defectuosos como principales obstáculos. Tras evaluar el OEE, destacaron el Mantenimiento Autónomo y Planificado como clave. Aplicarlos durante 44 semanas elevó el OEE del 42% al 77%, mostrando cómo el TPM reduce averías y defectos para mejorar la efectividad.

Tiburcio y Nano (2022), en su investigación sobre la "Implementación de herramientas del TPM y la mejora en la eficiencia de la línea inyectora de la planta 3 de la empresa Grupo Reyplast", revelaron que el análisis de Mantenimiento Productivo tuvo un efecto positivo en el tiempo medio de reparación (MTTR) en dicha línea. Esto se atribuyó a la introducción de 126 formatos específicos empleados para lograr una identificación y análisis más detallados de los problemas. Se observó que el indicador de tiempo de reparación MTTR, antes de la implementación, era de 44.97 en promedio durante un periodo de 8 semanas, mientras que después de la implementación, se redujo a 17.60 en promedio durante un periodo de 8 semanas.

Cabrera (2021) en su investigación analizó el impacto del Total Productive Maintenance (TPM) en la eficiencia de los equipos utilizados en el procesamiento de arenas de molienda en un contexto minero en Cajamarca. A través de un diseño de estudio preexperimental con un enfoque cuantitativo, Cabrera identificó que las fallas recurrentes en la maquinaria se originaban principalmente por la pérdida de soluciones a través de las carcasas de las bombas, lo cual era consecuencia del deterioro prematuro de sus partes internas. La adopción de tácticas de mantenimiento preventivo y correctivo, el fortalecimiento de los componentes mecánicos, el adiestramiento intensivo del personal y la atención en áreas clave de apoyo del TPM condujeron a un ahorro anual significativo, que se tradujo en cifras de 863,379.24 dólares. Como resultado de estas intervenciones, se observó un notable incremento en la disponibilidad de maquinaria del 82% al 91%, en el rendimiento de un 47% a un perfecto 100%, en la calidad del 81% al

96%, y finalmente, en la Eficiencia General de los Equipos (OEE), la cual se elevó del 31% al 87%.

Canahua (2021) examinó los efectos de integrar la metodología TPM junto con prácticas de LEAN Manufacturing en el rendimiento de la fabricación de componentes en el ámbito metalmecánico, específicamente para repuestos usados en vehículos y maquinaria del sector minero en la empresa FRESEP SAC. Los hallazgos de la investigación revelaron que la adopción de estas técnicas de gestión y producción tuvo una influencia notable, reflejada en el aumento de la Eficiencia General de Equipos (OEE) de la planta, que escaló de un inicial 32.86% a un impresionante 85.58%, gracias a la aplicación efectiva de la metodología TPM.

Calderón y Gonzales (2019) en su estudio académico sobre la optimización de la eficiencia operativa en la fabricación de tapas en un establecimiento industrial de Lima durante el año 2019, Calderón y Gonzales aplicaron técnicas de mantenimiento sistemático y autogestionado, junto con la metodología SMED para agilizar los cambios de herramientas en la maquinaria específica de tapas. El objetivo era potenciar la Eficiencia General de los Equipos (OEE) y mejorar los aspectos críticos del proceso, como son la disponibilidad de la máquina, su rendimiento y la calidad de la producción. Los resultados post-implementación mostraron una mejora significativa, con la OEE elevándose en 11.44%, donde se evidenció un ascenso de 10.86% en cuanto a la disponibilidad de los equipos, un avance de 1.5% en términos de rendimiento productivo, y una mejora de 0.93% en la calidad de las tapas producidas.

b). Antecedentes Internacionales

Juraev (2021), In their thesis, "Overall equipment effectiveness (OEE) analysis in CHEP". The study emphasizes the pivotal role of Total Productive Maintenance (TPM) practices in achieving success, as evidenced by the exemplary 85 percent Overall Equipment Effectiveness (OEE) ratings. Highlighting the impact of setup and adjustment times on OEE, the research underscores the need to address these aspects through TPM principles. Leadership support is identified as crucial for optimizing low maintenance activities, contributing to overall performance. However, the study suggests that CHEP's average OEE falls short of expectations, possibly due to reasons such as insufficient training and technological complexity. To overcome resistance to change and enhance efficiency, implementing TPM practices, including the adoption of the Single-Minute

Exchange of Die (SMED) technique, is recommended for sustained improvements in productivity.

Cruz (2021) en su tesis "Desarrollo de un plan de mantenimiento productivo total para la línea de envasado y pasteurización de leche y yogurt de la empresa el ranchito." Tuvo como resultado que la implementación del TPM en "El Ranchito" mejoró la disponibilidad de equipos reduciendo tiempos de intervención, y promovió entornos más ordenados y limpios, optimizando la eficiencia de las líneas de producción.

Hassan (2020) in his thesis entitled: "Assessment of Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in Industrial Environment" highlight significant improvements in Production Rate, Equipment Availability, and Cycle Time in PL1 and PL2 through the STTPM approach. These enhancements not only signify improved operational metrics but also suggest potential cost reductions and increased profits. Statistical evidence supports the notion that STTPM minimizes losses in production and positively influences Manufacturing Performance (MP), emphasizing its crucial role as a foundational step for broader TPM implementation. Overall, it contributes to comprehensive improvements in manufacturing performance.

Maya (2019), en sus tesis, "Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM" llegaron a la conclusión de que la ejecución efectiva de técnicas de supervisión de estado y la implementación de la metodología TPM resultaron en un aumento del 8% en la disponibilidad de los equipos de mezcla, lo que demuestra la efectividad de la transición del paso cuatro al paso cinco en el mantenimiento de los procesos de producción. Este descubrimiento subraya la importancia de estrategias avanzadas para mejorar la gestión de equipos críticos en contextos industriales.

According Salimi (2019) in his thesis "the moderating effects of leadership roles between total productive maintenance (TPM) practices and organization performance in power generation industry" concludes that TPM practices are essential for organizational success. Emphasizing the importance of maintenance in operations, the study identifies critical practices such as maintenance activities, continuous improvement, and skilled staff through training. Despite resource maintenance being the least relevant, it still significantly contributes to performance. The research underscores the crucial role of leadership in supporting low maintenance activities for overall performance. In summary,

the study provides empirical evidence affirming the positive impact of TPM practices in the power and energy industry.

Bases teóricas

Variable Independiente: Mantenimiento Total Productivo

Según Sacristán (2002) el Mantenimiento Total Productivo (TPM, por sus siglas en inglés) representa un enfoque integral para la administración industrial, destacando la necesidad de mejorar de manera constante los procesos productivos y poner especial énfasis en el rendimiento y la eficiencia de los equipos y maquinaria. La filosofía que guía al TPM pone de manifiesto la importancia de optimizar las operaciones para alcanzar el máximo rendimiento, minimizando así los periodos de parada y elevando la calidad y cantidad de la producción. Dentro de este enfoque, García (2011) comentó que se promueve una participación activa y comprometida de todos los niveles de la organización, desde la dirección hasta los trabajadores en la línea de producción. Se espera que cada individuo asuma un papel activo en el mantenimiento óptimo de los equipos, involucrándose no solo en las tareas cotidianas sino también en acciones preventivas y en la detección anticipada de posibles fallos o inconvenientes antes de que estos se transformen en problemas mayores.

Además, Rojas (2014) anunció que el TPM se distingue por su enfoque completo y holístico, atendiendo tanto a los aspectos técnicos relacionados con el mantenimiento de la maquinaria como a los factores organizacionales y humanos presentes en el entorno laboral. Es así que, Chavez (2015) dijo que se fomenta la educación continua y el desarrollo de habilidades, asegurando que cada miembro del equipo esté debidamente capacitado y cuente con los conocimientos necesarios para contribuir de manera efectiva al cuidado y mantenimiento de los equipos.

Un aspecto crucial del TPM es la recolección y análisis sistemático de datos sobre el funcionamiento y eficacia de los equipos. Como comentó Barraza (2022) se emplean distintos indicadores de rendimiento para evaluar la efectividad de las máquinas, identificar oportunidades de mejora y monitorear el avance a lo largo del tiempo. Este enfoque basado en evidencia garantiza que las decisiones en torno al mantenimiento se tomen de manera informada, buscando prevenir incidentes antes de que sucedan, en lugar de simplemente responder a ellos cuando ya han ocurrido.

El TPM se erige como una estrategia integral y profunda para la gestión de activos y la optimización de procesos en la industria manufacturera, buscando involucrar a todos los niveles de la organización en el cuidado de los equipos, promover un sentido de responsabilidad compartida, optimizar la eficiencia de la maquinaria y, en última instancia, incrementar la productividad y la calidad de los productos manufacturados.

D1: Mantenimiento Autónomo

Según Moya (2015) el Mantenimiento Autónomo se fundamenta en la idea de que nadie conoce mejor la maquinaria que aquellos que la operan diariamente. Al involucrar a los operadores en el mantenimiento preventivo, se fomenta un sentido de propiedad y responsabilidad sobre el equipo, lo que resulta en un mayor compromiso y atención a los detalles. Este enfoque no solo contribuye a prolongar la vida útil de la maquinaria, sino que también mejora la eficiencia operativa y la calidad del producto final. La implementación del Mantenimiento Autónomo en la empresa del sector plástico ubicada en Lurigancho, Chosica, requeriría de una formación adecuada y continuada de los operadores, asegurando que cuenten con el conocimiento y las habilidades necesarias para realizar las tareas de mantenimiento de manera segura y efectiva.

Además, Narro (2019) dijo que se necesitaría fomentar una cultura organizacional que valore y promueva la participación activa de los empleados en el cuidado de su equipo. En última instancia, Vélez (2015) comentó que el Mantenimiento Autónomo busca crear un entorno de trabajo proactivo en lugar de reactivo, donde los problemas se previenen antes de que ocurran, y donde los operadores desempeñan un papel crucial en la optimización del rendimiento de la maquinaria y, por ende, en el éxito general de la producción.

D2 Mantenimiento Planificado

Botero (2013) anunció que la planificación se realiza en base a un análisis exhaustivo del funcionamiento y rendimiento de la maquinaria, utilizando datos históricos, manuales de fabricante y directrices específicas de la industria. Esta recopilación de información permite establecer patrones y prever cuándo y cómo se deben llevar a cabo las acciones de mantenimiento para prevenir averías y prolongar la vida útil del equipo.

Manjón (2018), el Mantenimiento Planificado se traduce en un incremento de la eficiencia y en una reducción de los tiempos de parada no programados, contribuyendo directamente a la optimización de los procesos productivos y a la sostenibilidad de la operación. Se configura como un enfoque proactivo que busca asegurar la continuidad de la producción, manteniendo los equipos en condiciones óptimas y, por ende, elevando la competitividad y rentabilidad de la empresa.

V2 OEE

La Eficiencia Global de Equipos, según Garófalo (2018) conocida por sus siglas en inglés como OEE (Overall Equipment Efficiency), constituye un indicador integral clave que permite evaluar el rendimiento de la maquinaria en los entornos de producción. Tuñoque (2018) mencionó que la OEE se desglosa en tres componentes principales: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad y que cada uno de estos elementos juega un papel fundamental en la evaluación integral del equipo. La Disponibilidad mide el tiempo efectivo de operación del equipo, tomando en cuenta las paradas no planificadas y los tiempos de cambio. El Rendimiento evalúa la velocidad a la que el equipo opera comparado con su capacidad máxima, mientras que la Calidad se enfoca en la proporción de productos buenos generados, excluyendo los defectuosos o que requieren retrabajo.

La implementación de la OEE según Vilema (2019) requiere de un enfoque sistemático y una recopilación precisa de datos, asegurando que la información recabada sea confiable y relevante para la toma de decisiones. Al hacerlo, se facilita la identificación de áreas de oportunidad y se promueve una cultura de eficiencia y responsabilidad, contribuyendo directamente a la optimización de los procesos y al éxito sostenido de la operación.

D1 Disponibilidad

Tuesta (2014) hizo referencia al tiempo efectivo en el que el equipo está en condiciones de funcionar, comparado con el tiempo total planificado para su operación. Se trata, en esencia, de minimizar las interrupciones debidas a paradas no planificadas, mantenimientos correctivos o cualquier otro evento que impida su funcionamiento normal. Adoptar una perspectiva de disponibilidad en el marco del TPM (Mantenimiento Productivo Total), como comentó Canahua (2021) significa reconocer que cada minuto de inactividad representa una oportunidad perdida en términos de producción y eficiencia. Se busca, por tanto, crear un entorno en el que los equipos estén siempre listos para desempeñar su función, contribuyendo de esta manera a la fluidez y rentabilidad del proceso productivo.

En términos prácticos, mejorar la disponibilidad de la máquina peletizadora se traduce en un aumento directo de su capacidad productiva, lo que a su vez impacta positivamente en la eficiencia global de la empresa. Al asegurarse de que el equipo está disponible y en condiciones óptimas para operar, se está dando un paso crucial hacia la excelencia operativa y la competitividad en el sector.

D2 Rendimiento

Lara (2018) se refirió a rendimiento como la capacidad de la maquinaria para operar a su máximo potencial, evaluando si está produciendo la cantidad de unidades esperadas en un periodo determinado y con la eficacia prevista. Este concepto está directamente relacionado con la rapidez y eficiencia de los procesos, y busca identificar y minimizar los factores que puedan estar contribuyendo a una disminución en la velocidad de producción o en la calidad del producto final. La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) en este contexto se convierte en una herramienta esencial para alcanzar los objetivos de rendimiento. A través de un enfoque integral que involucra a todos los niveles de la organización, se busca fomentar una cultura de responsabilidad y mejora continua, donde cada miembro del equipo esté comprometido con la optimización de los procesos y la búsqueda constante de la excelencia operativa.

D3 Calidad

El concepto de calidad, Valdivieso (2012) lo describió en este sentido, como una simple conformidad con los estándares establecidos o la ausencia de defectos en los productos; se trata de una búsqueda constante de mejora y optimización en cada etapa del proceso productivo, asegurando que cada producto que sale de la línea de producción cumple con las expectativas y necesidades del cliente final. Laverde (2016) comentó que la implementación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) en este escenario juega un rol crucial, ya que promueve un entorno de trabajo colaborativo y proactivo, donde cada miembro del equipo está involucrado y comprometido con la mejora continua y la consecución de la calidad total. Se trata de un enfoque integral que abarca desde el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos hasta la capacitación y empoderamiento de los empleados, todo ello orientado a alcanzar los más altos estándares de calidad.

III. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: La presente investigación es de carácter básico, dado que se está intentando expandir el conocimiento en el área, pero no se está buscando resolver un problema práctico o aplicar soluciones concretas. Por lo tanto, la investigación es fundamental en el sentido de que busca generar conocimiento en el área, no resolver un problema específico. Según Creswell (2013) una investigación básica es aquella en la que se busca ampliar el conocimiento, por el hecho de buscar conocer más sobre un tema o fenómeno. No se busca resolver un problema o una situación, sino expandir la comprensión del fenómeno en cuestión. Se utilizan métodos cuantitativos o cualitativos, pero no hay un fin práctico en específico.

3.1.2. Diseño de la investigación:

El diseño de investigación adoptado en esta tesis se basa en una estructura preexperimental, la cual se caracteriza por la observación y análisis de un conjunto específico de condiciones sin realizar alteraciones intencionadas o asignación aleatoria de variables. Según Galarza (2021) el diseño preexperimental constituye una forma de investigación que se distingue por su estructura sencilla y su orientación hacia la observación y análisis de situaciones o fenómenos tal y como se presentan en su estado natural, sin manipulación directa de variables o asignación aleatoria de participantes a diferentes condiciones. Esta clase de diseño se presta especialmente para estudios exploratorios, descripciones de tendencias existentes o evaluaciones de condiciones actuales.

Fernández y Baptista (2000) consideran que el enfoque cuantitativo se centra en la medida de un fenómeno, en términos numéricos. Esto quiere decir que se busca analizar y obtener datos cuantitativos, los cuales pueden ser procesados por medio de análisis estadísticos. De esta manera, la información puede ser representada en gráficos y tablas. El enfoque cuantitativo trata de analizar y medir un fenómeno con números. Esto significa que la investigación se centra en la medición de un fenómeno, y luego, se procesa la información obtenida por medio de métodos estadísticos. Los resultados son expresados de forma numérica y gráfica, lo que permite mostrar tendencias y asociaciones. La investigación llevada a cabo es de naturaleza cuantitativa, puesto que

se emplearon métodos de recopilación y procesamiento de información de tipo cuantitativo, con el propósito de obtener información numérica. Estos datos serán procesados y presentados en forma de tablas y gráficos.

Krathwohl (2009) describe en detalle los diferentes niveles de un diseño pre-experimental. Según él, el nivel descriptivo solo describe una situación, y el nivel explicativo describe una situación y, además, pretende determinar la razón o la causa de la situación. McCormick (2014) describe cómo el nivel descriptivo describe los resultados de un estudio, en términos de media, desviación estándar, y otras medidas. Entonces, el nivel descriptivo de un diseño pre-experimental describe algo que ya sucedió, o una situación actual. Se limita a analizar la información de manera puramente descriptiva, sin hacer ninguna intervención. Por el contrario, el nivel explicativo busca entender cómo y por qué un fenómeno ocurre.

Alcance temporal: El alcance temporal de esta investigación abarca un periodo de tres meses, desde el inicio del diseño pre experimental hasta la recolección y análisis de datos. Este tiempo permitirá llevar a cabo las intervenciones necesarias, observar los efectos y recopilar información relevante para evaluar los resultados obtenidos (Johnson, 2019, p. 72).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: TPM (Mantenimiento Productivo Total)

Cuatercasa y Torres (2010) tuvieron una concepción de sobre el mantenimiento productivo total, lo identificaron como una estrategia originaria de Japón que promueve la sinergia y el esfuerzo conjunto de todos los niveles de empleados en el sector industrial, desde la alta gerencia hasta los trabajadores de la línea de ensamblaje. Esta metodología se centra en el desarrollo de prácticas y rutinas destinadas a optimizar el desempeño de la maquinaria y lograr una productividad integral a través del uso eficiente de los recursos y la maximización de los resultados positivos. Por otro lado, Rey en 2003 describe esta práctica como un conjunto de procedimientos y recursos destinados a integrar maquinarias y sistemas operativos en un flujo de producción dinámico y continuamente actualizado, con el fin de ejecutar las tareas estipuladas en un esquema de producción que se adapta y evoluciona para favorecer un avance perpetuo.

Además, los autores presentaron al TPM como una herramienta clave que propulsa la optimización de la productividad, la efectividad operacional y la sinergia

laboral dentro de una empresa. Mientras que Cárcel, en 2014, explica que el TPM se fundamenta en la gestión eficiente de los equipos, el entorno laboral y el capital humano en el contexto de la manufactura. Esta metodología promueve un compromiso profundo del personal con el proceso, potenciando la utilización del sistema al máximo. La esencia de este enfoque radica en el auto-sostenimiento, lo que contribuye significativamente al incremento de la productividad y al mejoramiento de la calidad. **Ver Anexo 3**

Dimensiones:

Variable independiente TPM

a). El Mantenimiento Autónomo

Tabla 1: Indicadores de Mantenimiento Autónomo

Indicadores de Mantenimiento Autónomo	
Indicador	Fórmula
Capacitaciones	$\frac{\text{Actividades realizadas}}{\text{Actividades programadas}}$
Prácticas de Mantenimiento Autónomo	$\frac{\text{Limpieza} + \text{Ajustes} + \text{Lubricación}}{3}$

Fuente: Elaboración Propia, 2023

b). Mantenimiento Planificado

Tabla 2. Indicadores de Mantenimiento Planificado

Indicadores de Mantenimiento Planificado	
Indicador	Fórmula
Periodo de promedio sin fallos	$\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número de fallas}}$
Intervalo promedio entre separaciones	$\frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Número de fallas}}$

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Variable dependiente OEE (Efectividad Global del Equipo)

Según Moreira (2018), OEE es una métrica de rendimiento que mide la eficiencia general de un equipo. Este indicador proporciona información sobre la eficiencia de producción de una planta, sitio o planta específica.

Variable dependiente OEE

a) Disponibilidad

Tabla 3. Indicadores de Disponibilidad Global del Equipo

Indicadores de Disponibilidad Global del Equipo	
Indicador	Fórmula
% Disponibilidad	$\frac{\text{T tiempo prog funcionando} - \text{T tiempo de inact por fallo}}{\text{T tiempo programado funcionando}}$

Fuente: Elaboración Propia, 2023

b) Rendimiento

Tabla 4: Indicadores de Rendimiento Global del Equipo

Indicadores de Rendimiento Global del Equipo	
Indicador	Fórmula
% Rendimiento	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórica}}$

Fuente: Elaboración Propia, 2023

c) Calidad

Tabla 5: Indicadores de Calidad Global del Equipo

Indicadores de Calidad Global del Equipo	
Indicador	Fórmula
% Calidad	$\frac{\text{Capacidad de producción} - \text{Cantidad defectuosa}}{\text{Cantidad de producto}}$

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Tras introducir las tres dimensiones y detallar sus respectivos indicadores, se procede a exponer la ecuación utilizada para calcular la Efectividad Total de los Equipos.

Tabla 6: Fórmula del OEE

Fórmula del OEE
$\text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$

Fuente: Elaboración Propia, 2023

A continuación, los rangos aceptables del OEE

Tabla 7: Rangos aceptables del OEE

Rendimiento Global de los Equipos	Apreciación	Explicación
OEE < 65%	Inadecuado	Se observan significativas pérdidas financieras, reflejando una competitividad extremadamente limitada.
65% ≤ OEE < 75%	Moderado	Considerado aceptable en fase de mejora. Se observan merma económicas y una competitividad disminuida.
75% ≤ OEE < 85%	Aceptable	Es importante continuar con el proceso de mejora para alcanzar un nivel apreciable. Se registran pérdidas económicas menores y una competitividad no óptima.
85% ≤ OEE < 95%	Notable	Se alinea con los estándares de calidad mundial. La competitividad es buena y las pérdidas económicas son reducidas.
95% ≤ OEE ≤ 100%	Sobresaliente	Cumple con los estándares de excelencia global. La competitividad es elevada.

Fuente: Adaptado de Cruelles (2010).

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Según López (2014) en el ámbito de la investigación, el término población hace referencia al conjunto completo de elementos o individuos que comparten características específicas y que son objeto de estudio. Estos elementos pueden variar desde personas, eventos, objetos, entre otros, dependiendo del área y enfoque del estudio en cuestión. Lilia (2015) comentó que la importancia de definir adecuadamente la población radica en que proporciona un marco claro para la recolección de datos, asegurando que los resultados obtenidos sean representativos y puedan ser generalizados para entender mejor el fenómeno en estudio.

Como indicó Gil (2013) al determinar la población, se establecen los límites del estudio, lo que permite al investigador concentrar sus esfuerzos y recursos en analizar de manera precisa y eficiente los elementos que realmente son pertinentes para alcanzar los objetivos planteados en la investigación. Además, una definición clara de la población contribuye a la validez y confiabilidad de los resultados, elementos cruciales para la calidad y credibilidad del estudio.

La población sería el conjunto total de máquinas peletizadoras en la empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica. Esto incluiría todas las máquinas peletizadoras,

independientemente de su tamaño, antigüedad, o cualquier otra característica. Dado que hemos definido la población como el conjunto de todas las máquinas peletizadoras en la empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, y hemos decidido enfocarnos en una máquina peletizadora específica (P02) ubicada en el sector II de Praxis Plast S.A.C. para nuestra muestra, podríamos definir los criterios de inclusión y exclusión de la siguiente manera:

Criterios de inclusión:

- Las máquinas peletizadoras que son parte de la empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, serían consideradas parte de la población para este estudio.
- Específicamente, se incluirá en el análisis a la máquina peletizadora P02 ubicada en el sector II de la empresa, porque es el objeto específico de estudio para evaluar la aplicación del TPM y su impacto en la eficiencia.
- La máquina debe estar en funcionamiento y ser utilizada en procesos de producción durante el periodo de estudio.

Criterios de exclusión:

- Máquinas peletizadoras de otras empresas o ubicadas fuera de la zona geográfica de Lurigancho, Chosica, no serían consideradas parte de la población y, por lo tanto, serían excluidas de la investigación.
- Máquinas peletizadoras dentro de la empresa pero que no estén en funcionamiento o no sean utilizadas en procesos de producción durante el periodo de estudio también serían excluidas.
- Cualquier máquina peletizadora que no sea el modelo P02 ubicado en el sector II de la empresa, sería excluido del análisis específico, porque la investigación se centra exclusivamente en evaluar la aplicación del TPM en esa máquina en particular.

Estos criterios ayudan a definir claramente los límites de la investigación y aseguran que el foco esté puesto en el objeto de estudio específico, permitiendo una evaluación precisa de la aplicación del TPM en la máquina peletizadora seleccionada.

Muestra: Ventura (2017) anunció que el concepto de muestra se refiere a un subconjunto seleccionado de la población total que se está estudiando, el cual se elige con el objetivo de analizarlo y, a partir de ahí, realizar inferencias o generalizaciones acerca de la población completa. Esta selección se realiza mediante diversas técnicas y métodos,

buscando que la muestra sea representativa, es decir, que refleje de la manera más precisa posible las características y variabilidad presentes en la población total.

De esta manera, los resultados obtenidos a partir del análisis de la muestra pueden ser extrapolados con un grado de confianza razonable al conjunto completo de individuos o elementos que constituyen la población en estudio. Según Pastor (2019) la elección adecuada de la muestra es un paso crítico en el proceso de investigación, ya que una muestra no representativa podría llevar a conclusiones erróneas o sesgadas, afectando la validez y confiabilidad de la investigación. Así, la muestra se convierte en una herramienta fundamental para explorar, analizar y comprender fenómenos específicos dentro de un contexto más amplio, sin la necesidad de examinar cada uno de los elementos de la población, lo cual, en muchos casos, sería impracticable tanto en términos de tiempo como de recursos.

El estudio en cuestión se enfocará en analizar la máquina Paletizadora específicamente. Para ello, se ha decidido concentrar la atención en la máquina etiquetada como P02, que se encuentra en el área designada como sector II dentro de la empresa. El periodo de tiempo establecido para la recopilación de información abarca tres meses consecutivos, tanto previos como posteriores a la puesta en marcha de la metodología TPM en el equipo mencionado. Esto permitirá llevar a cabo una evaluación integral de los efectos de dicha herramienta en la operatividad y eficiencia de la máquina Paletizadora.

Muestreo: Corral (201) conceptualizó el muestreo por conveniencia como un método de selección en el cual los elementos se eligen para ser parte de la muestra basándose en su accesibilidad y proximidad. En este tipo de muestreo, no se busca representatividad de la población completa, sino más bien la facilidad y la practicidad para llevar a cabo la investigación.

En cuanto a la técnica de muestreo de esta investigación dado que se está estudiando una máquina específica, se describe como un "muestreo intencionado" o "muestreo por conveniencia", ya que se ha seleccionado intencionalmente una máquina específica para evaluar la implementación del TPM.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Dada la naturaleza cuantitativa de esta investigación, la cual busca evaluar el impacto de la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la eficiencia global

de una máquina peletizadora ubicada en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, se ha optado por utilizar la técnica de *observación cuantitativa* como medio principal para la recolección de datos. Esta técnica es pertinente dado que permite recolectar información numérica precisa y objetiva sobre los diversos parámetros de operación y rendimiento de la máquina en cuestión.

El instrumento específico que se utilizará para llevar a cabo esta tarea es una "Guía de Observación Cuantitativa", la cual ha sido cuidadosamente diseñada para registrar datos relacionados con la disponibilidad, rendimiento y calidad del producto final de la máquina peletizadora, tanto en la etapa previa a la implementación del TPM (pretest) como después de su aplicación (postest). Bar (2010) anunció que este método de recolección de datos se distingue por su capacidad para generar información objetiva y replicable, reduciendo al mínimo la subjetividad y proporcionando una base sólida para el análisis y la toma de decisiones.

Esta guía consta de una serie de ítems y categorías que facilitan la recopilación sistemática de datos cuantitativos, permitiendo así evaluar de manera precisa el impacto del TPM en la eficiencia global de la máquina, así como en sus dimensiones específicas: disponibilidad, rendimiento y calidad.

Proceso de Validación y Confiabilidad del Instrumento:

Para asegurar la validez y confiabilidad de la Guía de Observación Cuantitativa, se realizarán pruebas piloto y se buscará la retroalimentación de expertos en el ámbito de TPM y maquinaria de peletización. Esto permitirá realizar los ajustes necesarios para garantizar que el instrumento mida de manera precisa y consistente los parámetros de interés. Los detalles específicos sobre la validación y confiabilidad del instrumento, así como los resultados de las pruebas piloto y la retroalimentación de los expertos, se incluirán en los anexos del trabajo de investigación para proporcionar una referencia completa y detallada sobre la rigurosidad del proceso de recolección de datos.

La utilización de la observación cuantitativa, apoyada por una Guía de Observación Cuantitativa validada y confiable, proporcionará la base necesaria para evaluar de manera objetiva y precisa el impacto del Mantenimiento Productivo Total en la eficiencia global de la máquina peletizadora, alineándose así con los objetivos planteados para este estudio.

3.5. Procedimiento de Recolección de Datos

3.51. Procedimiento:

Para llevar a cabo la recopilación de la información necesaria en este estudio, se seguirá un procedimiento estructurado y metódico, asegurando así la validez y fiabilidad de los datos recabados. La observación cuantitativa será la técnica principal utilizada, apoyada por la Guía de Observación Cuantitativa previamente descrita. A continuación, se detalla el procedimiento:

Planificación y Coordinación: Antes de iniciar la recopilación de datos, se establecerán las coordinaciones necesarias con la empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, donde se encuentra la máquina peletizadora a estudiar. Se obtendrá el consentimiento y la aprobación necesaria para acceder a las instalaciones y recopilar la información requerida. Todos los documentos de aceptación y autorización serán debidamente archivados y presentados en los anexos de la investigación.

Fase de Pretest: Antes de la implementación del TPM, se llevará a cabo una fase de observación inicial (pretest) para registrar el estado actual de la máquina peletizadora en términos de disponibilidad, rendimiento y calidad del producto final. Durante este periodo, se utilizará la Guía de Observación Cuantitativa para recoger datos específicos y cuantitativos, siguiendo un protocolo estandarizado para asegurar la consistencia en la recopilación de la información.

Manipulación o Control de Variables: Durante el proceso de recopilación de datos, se prestará especial atención a cualquier variable que pueda influir en los resultados, con el objetivo de controlar o ajustar estas variables para garantizar la validez de la investigación. Esto incluirá el monitoreo de las condiciones de trabajo de la máquina y el entorno operativo.

Implementación del TPM: Una vez completada la fase de pretest, se procederá con la implementación del Mantenimiento Productivo Total en la máquina peletizadora, siguiendo las mejores prácticas y guías establecidas para este tipo de intervenciones.

Fase de Postest: Después de la implementación del TPM, se llevará a cabo una segunda fase de observación (postest) utilizando la misma Guía de Observación Cuantitativa. Esto permitirá recoger datos comparables a los obtenidos en la fase de pretest, facilitando así la evaluación del impacto del TPM en la eficiencia global de la máquina.

Análisis de Datos y Documentación: Finalmente, los datos recopilados en ambas fases serán analizados y documentados de manera exhaustiva, prestando atención a las variaciones y mejoras observadas tras la implementación del TPM. Todos los hallazgos y resultados serán presentados de manera clara y estructurada en el siguiente capítulo de este trabajo de investigación.

Este procedimiento meticuloso y estructurado asegurará la recopilación de datos de alta calidad, permitiendo evaluar de manera precisa el impacto del Mantenimiento Productivo Total en la eficiencia global de la máquina peletizadora en estudio.

3.6. Método y Análisis de Datos

Utilizando SPSS

Para llevar a cabo un análisis de datos exhaustivo y riguroso de los resultados obtenidos en la investigación, emplearemos el software estadístico SPSS, un herramienta poderosa y versátil que facilita el procesamiento y análisis de datos. Este método nos permitirá abordar los datos tanto desde un punto de vista descriptivo como inferencial, asegurando así una comprensión completa de las tendencias, patrones y relaciones presentes en los datos recopilados.

Análisis Descriptivo:

En la fase de análisis descriptivo, nos centraremos en resumir y organizar los datos de manera que nos proporcionen una vista clara de la estructura y características principales de la información recopilada. Utilizaremos SPSS para calcular estadísticas descriptivas, incluyendo medidas de tendencia central como la media y la mediana, así como medidas de dispersión como el rango y la desviación estándar. También generaremos gráficos y tablas que faciliten la interpretación visual de los datos, proporcionando una base sólida para el análisis más profundo que seguirá.

Análisis Inferencial:

La etapa de análisis inferencial se centrará en realizar pruebas de hipótesis y otros procedimientos estadísticos para extraer conclusiones más allá de los datos de la muestra, extendiéndose a la población general. Aquí es donde estableceremos y pondremos a prueba nuestras hipótesis nulas y alternativas, utilizando una variedad de pruebas estadísticas disponibles en SPSS.

Formulación de Hipótesis: Definiremos claramente nuestras hipótesis nulas y alternativas basadas en los objetivos específicos y las preguntas de investigación que guían nuestro estudio.

Selección del Test Estadístico: Elegiremos la prueba estadística más adecuada en función de la naturaleza de nuestros datos y las hipótesis planteadas.

Establecimiento del Nivel de Significación: Fijaremos un nivel de significación, generalmente 0.05, que nos servirá de umbral para determinar si los resultados son estadísticamente significativos.

Ejecución de la Prueba en SPSS: Realizaremos la prueba de hipótesis en SPSS, interpretando los resultados proporcionados por el software, incluidos los valores p y los estadísticos de prueba.

Interpretación de Resultados: Basándonos en los resultados obtenidos, decidiremos si rechazar o no rechazar la hipótesis nula, extrayendo conclusiones que nos permitan responder a las preguntas de investigación planteadas.

Conclusión y Relación con Objetivos: Relacionaremos los resultados del análisis inferencial de vuelta con los objetivos específicos de la investigación, asegurándonos de que las conclusiones extraídas sean pertinentes y valiosas para el contexto de nuestro estudio.

Al integrar estas dos facetas del análisis en SPSS, aseguraremos un enfoque integral que no solo describe los datos, sino que también realiza inferencias y saca conclusiones basadas en la evidencia recopilada, fortaleciendo así la validez y confiabilidad de los resultados de la investigación.

3.7. Aspectos Éticos

En este estudio, hemos adoptado una postura firme y comprometida con respecto a los aspectos éticos, asegurándonos de alinear cada una de nuestras acciones y decisiones con los principios éticos reconocidos tanto a nivel nacional como internacional. La integridad y la ética son piedras angulares en nuestro proceso de investigación, y hemos tomado medidas proactivas para garantizar que estos valores se reflejen en cada etapa de nuestro trabajo.

Hemos puesto un énfasis particular en la beneficencia, buscando activamente maneras de promover el bienestar y proteger los intereses de todos los involucrados.

Esto implica una evaluación cuidadosa de los riesgos y beneficios, asegurándonos de que los segundos superen ampliamente a los primeros. Entendemos la responsabilidad que conlleva realizar esta investigación y estamos comprometidos a hacer todo lo posible para maximizar los beneficios positivos.

La no maleficencia es otro pilar fundamental de nuestra ética de trabajo. Hemos implementado protocolos estrictos para minimizar cualquier riesgo de daño y hemos tomado todas las precauciones posibles para proteger a los participantes y a todas las partes involucradas. Entendemos la importancia de prevenir el daño y estamos comprometidos a hacer todo lo posible para mantener un entorno seguro y protegido. Los aspectos éticos han sido una prioridad en nuestra investigación, y hemos tomado medidas proactivas para asegurarnos de que estos principios se reflejen en cada aspecto de nuestro trabajo. Estamos comprometidos a mantener los más altos estándares éticos, asegurando la validez, confiabilidad y la integridad de nuestro estudio.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción y explicación de las mejoras del desarrollo del proyecto

En esta sección, se describe las mejoras logradas mediante la implementación de TPM en la maquinaria de una planta de producción. La primera etapa comprendió el análisis de problemas existentes, donde se detectaron defectos críticos y se diseñó un plan de mejora en colaboración con la alta gerencia. La etapa dos abordó la sensibilización y capacitación del personal sobre TPM, seguida de la difusión de la metodología en grupos de trabajo para asegurar su amplio alcance en la tercera etapa.

En la cuarta etapa, se diagnosticaron las condiciones actuales de la maquinaria y se establecieron objetivos claros para la implementación. La quinta etapa incluyó la creación de un plan de acción detallado. La sexta etapa buscó perspectivas externas para enriquecer el proyecto, y la séptima se enfocó en la selección detallada de la maquinaria para un análisis profundo.

La octava etapa implementó el mantenimiento autónomo, capacitando a los operarios en técnicas de mantenimiento básico. La novena etapa desarrolló un programa de mantenimiento planificado, mientras que la décima se centró en la capacitación continua de los líderes del área de producción. En la undécima etapa, se estableció una gestión eficaz de equipos, y la duodécima etapa hizo seguimiento de los avances, asegurando la mejora continua. Cada etapa fue crucial para garantizar que el proyecto no solo mejorara la eficiencia y confiabilidad de la maquinaria, sino que también fortaleciera la cultura de mantenimiento dentro de la organización.

Análisis Económico de la Implementación de TPM en la Planta de Producción

La implementación de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la planta de producción representa una inversión estratégica enfocada en mejorar la eficiencia operativa, la calidad del producto y la reducción de costos de mantenimiento. Este apartado presenta un desglose detallado de los costos asociados con la implementación del TPM.

Actividades de Gerente y Asistente:

Tabla 8: Actividades de Gerente y Asistente

Actividad	Semana 1-4 (horas/semana)	Semana 5-8 (horas/semana)	Semana 9-12 (horas/semana)
Análisis de problemas y plan de mejora	2	1	0.5
Capacitación y sensibilización en TPM	4	2	1
Difusión de TPM y formación de equipos	3	1.5	1
Diagnóstico de maquinaria	2	2	1
Creación de plan de acción detallado	4	2	1
Incorporación de perspectivas externas	1	1	1
Selección y análisis detallado de maquinaria	2	2	1
Implementación de mantenimiento autónomo	1	2	3
Desarrollo de mantenimiento planificado	1	3	4
Capacitación continua de líderes	1	1	2
Gestión de equipos	0.5	1	1.5
Seguimiento y mejora continua	0.5	1	1.5
Total por semana	22	19.5	17.5

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Actividades del Supervisor:

Tabla 9: Actividades del Supervisor

Actividad	Semana 1-4 (horas/semana)	Semana 5-8 (horas/semana)	Semana 9-12 (horas/semana)
Supervisión de la introducción al TPM	1	0.5	0.5
Coordinación de la formación de equipos	2	1	1
Aprobación de directrices de TPM	1	0.5	0.5
Revisión de metas de TPM	2	1	1
Supervisión de la planeación estratégica	3	2	2
Presencia en la inauguración del proyecto	1	0	0
Monitoreo del inicio de la ejecución de TPM	2	1	1
Supervisión del mantenimiento preventivo	2	3	3
Control de la gestión de inventario	1	1	1
Supervisión de protocolos de limpieza	1	1	1
Liderazgo en la promoción del mantenimiento	1	1	1
Total por semana	17	11.5	11.5

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Actividades de Operarios:

Tabla 10: Actividades de Operarios

Actividad	Semana 1-4 (horas/semana)	Semana 5-8 (horas/semana)	Semana 9-12 (horas/semana)
Participación en capacitación TPM	3	1	0.5
Implementación de directrices de TPM	5	5	5
Ejecución de TPM en operaciones diarias	6	6	6
Realización de mantenimiento preventivo	5	6	6
Gestión y organización de inventario	2	2	2
Aplicación de protocolos de limpieza	3	3	3
Promoción de cultura de mantenimiento	2	1	1
Total por semana	26	24	23.5

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Tabla 11: Costos Laborales por Rol

Rol	Horas Totales	n	Tarifa por Hora	Costo Total (PEN)
Gerente y Asistente	59	2	40	4,702
Supervisor	40	1	30	1,200
Operarios	73.5	4	15	4,410
Total	-	-	-	10,312

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Tabla 12: Costos Adicionales de Capacitación y Herramientas de TPM

Categoría de Gasto	Descripción	Costo Estimado (PEN)
Capacitación TPM	Costos asociados a la formación y talleres para el personal	2,500
Herramientas de Mantenimiento	Compra o alquiler de herramientas para mantenimiento preventivo y correctivo	1,500

Software de Gestión de Mantenimiento	Licencias de software específico para la gestión de TPM	3,000
Total de Inversión Adicional		7,000

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Tabla 13: Resumen del Costo Total de Inversión

Descripción	Costo Total (PEN)
Gerente y Asistente (Total)	4,702
Supervisor (Total)	1,200
Operarios (Total)	4,410
Subtotal Recursos Humanos	10,312
Otros Costos de Inversión	7,000
Costo Total de Inversión	17,312

Fuente: Elaboración Propia, 2023

4.2. Estadística Descriptiva

DIMENSIÓN 1:

INDICADOR: CAPACITACIONES

- Semanas = 12
- Actividades programadas = 24 (2 cada semana)
- Actividades realizadas = 18

Tabla 14: Seguimiento Semanal de Actividades de Capacitación

Semana	AP	AR	C
1	2	2	1
2	2	1	0.5
3	2	2	1
4	2	2	1
5	2	1	0.5
6	2	2	1
7	2	2	1
8	2	2	1
9	2	1	0.5
10	2	1	0.5
11	2	1	0.5

12	2	1	0.5
----	---	---	-----

Fuente: Elaboración Propia, 2023

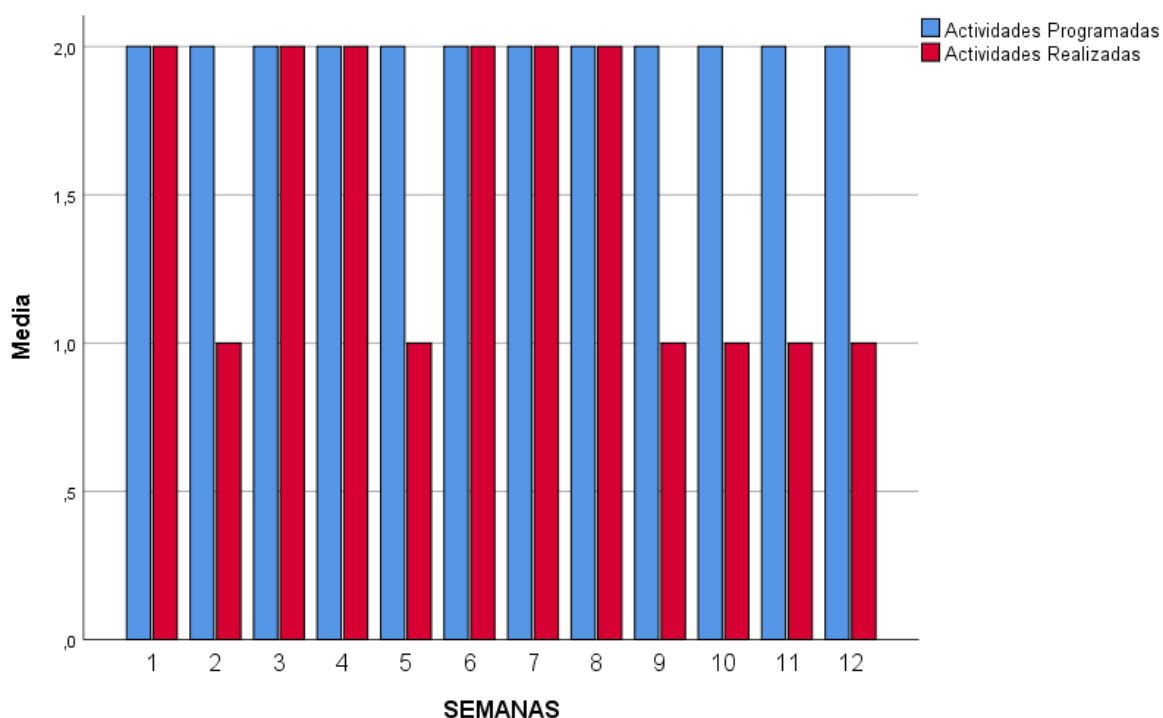
Tabla 15: Estadísticas Descriptivas de Capacitaciones

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Capacitaciones	12	,50	1,00	,7500	,26112
N válido (por lista)	12				

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Interpretación: Del cuadro de estadísticas descriptivas se puede inferir que el coeficiente de Capacitaciones varía desde un mínimo de 0.50 hasta un máximo de 1.00, con una media de 0.75 y una desviación estándar de 0.26112. Esto sugiere que, en promedio, se realizaron las tres cuartas partes de las actividades programadas. La variabilidad en la realización de estas actividades es relativamente pequeña, como lo indica la desviación estándar. El hecho de que el mínimo sea 0.50 indica que en al menos una semana se realizaron solo la mitad de las actividades programadas.

Gráfico 1: Comparación Semanal de Actividades Programadas y Realizadas



Interpretación: El gráfico muestra una comparativa semanal entre las Actividades Programadas y las Actividades Realizadas. Las barras azules indican el número de actividades que se esperaban completar cada semana, mientras que las rojas representan las que efectivamente se llevaron a cabo. A lo largo de las 12 semanas, se observa una consistencia en las Actividades Programadas, mientras que las Realizadas varían. En varias semanas, el número de Actividades Realizadas es igual o cercano al de las Programadas, sugiriendo un cumplimiento adecuado en esas ocasiones. La variabilidad en las barras rojas puede indicar factores que afectaron la realización de las actividades, mereciendo una investigación más detallada para entender las causas de estas fluctuaciones.

INDICADOR: PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Tabla 16: Resultados Pre-test de Prácticas de Mantenimiento Autónomo

PRETEST				
Semana	Limpieza	Ajuste	Lubricación	P
1	1	1	0	0,66666667
2	0	1	1	0,66666667
3	1	1	0	0,66666667
4	1	1	0	0,66666667
5	0	0	1	0,33333333
6	0	1	1	0,66666667
7	0	1	1	0,66666667
8	1	0	1	0,66666667
9	1	0	1	0,66666667
10	1	1	1	1
11	0	1	1	0,66666667
12	1	1	0	0,66666667

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Tabla 17: Estadísticas Descriptivas de Pretest para Procesos de Mantenimiento

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Limpieza Pretest	12	0	1	,58	,515
Ajustes Pretest	12	0	1	,75	,452
Lubricación Pretest	12	0	1	,67	,492
Prácticas de Mant Autónomo PRETEST	12	,3333	1,0000	,66667	,1421338
N válido (por lista)	12				

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Interpretación: Los resultados del análisis descriptivo pretest de las prácticas de mantenimiento autónomo muestran variaciones en la frecuencia de limpieza, ajustes y lubricación. La limpieza se realizó con una media de 0.58, indicando que más de la mitad del tiempo se completaron las tareas programadas. Los ajustes tienen una media de 0.75, lo que sugiere una mayor regularidad en su realización. La lubricación tiene una media de 0.67, situándose entre la limpieza y los ajustes en términos de frecuencia. La desviación estándar en los tres casos refleja una variabilidad moderada en la ejecución de estas tareas. Estos hallazgos iniciales pueden indicar áreas específicas para mejorar la consistencia en las prácticas de mantenimiento autónomo.

Resultados Post-test

Tabla 18: Resultados Post-test de Prácticas de Mantenimiento Autónomo

POSTEST				
Semana	Limpieza	Ajuste	Lubricación	P
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	0	1	1	0,66666667
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia, 2023

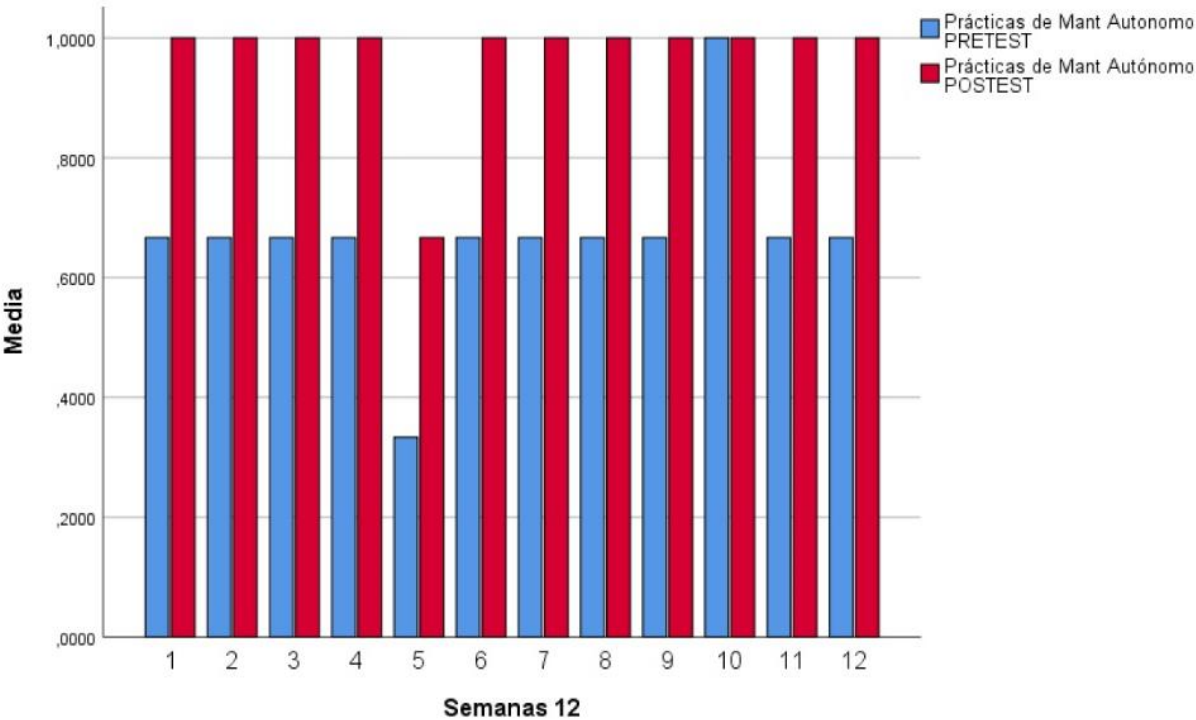
Tabla 19: Estadísticas Descriptivas de Pretest para Procesos de Mantenimiento

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Limpieza Postest	12	0	1	,92	,289
Ajustes Postest	12	1	1	1,00	,000
Lubricación Postest	12	1	1	1,00	,000
Prácticas de Mant Autónomo POSTEST	12	,6667	1,0000	,972222	,0962250
N válido (por lista)	12				

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Interpretación: El análisis descriptivo postest para las prácticas de mantenimiento autónomo muestra que tanto los ajustes como la lubricación se realizaron en todas las instancias, con una media de 1.00 y una desviación estándar de 0.00, lo que indica una consistencia perfecta. Por otro lado, la limpieza tuvo una media de 0.92 con una desviación estándar de 0.289, sugiriendo una alta tasa de cumplimiento con cierta variabilidad. Globalmente, las prácticas de mantenimiento autónomo postest tienen una media de 0.97, indicando un nivel casi completo de ejecución en estas tareas.

Gráfico 2: Comparación de la Media de Prácticas de Mantenimiento Autónomo Pretest y Postest Durante 12 Semanas



Fuente: Elaboración Propia, 2023

Interpretación: El gráfico compara las prácticas de mantenimiento autónomo antes y después de una intervención, con barras que representan las frecuencias relativas de las actividades cada semana. Las barras muestran un incremento en la regularidad y consistencia de las prácticas postest, lo que sugiere una mejora significativa. Esto indica que la intervención podría haber tenido un impacto positivo en el cumplimiento de las tareas de mantenimiento, llevando a un mayor grado de adherencia a las actividades programadas.

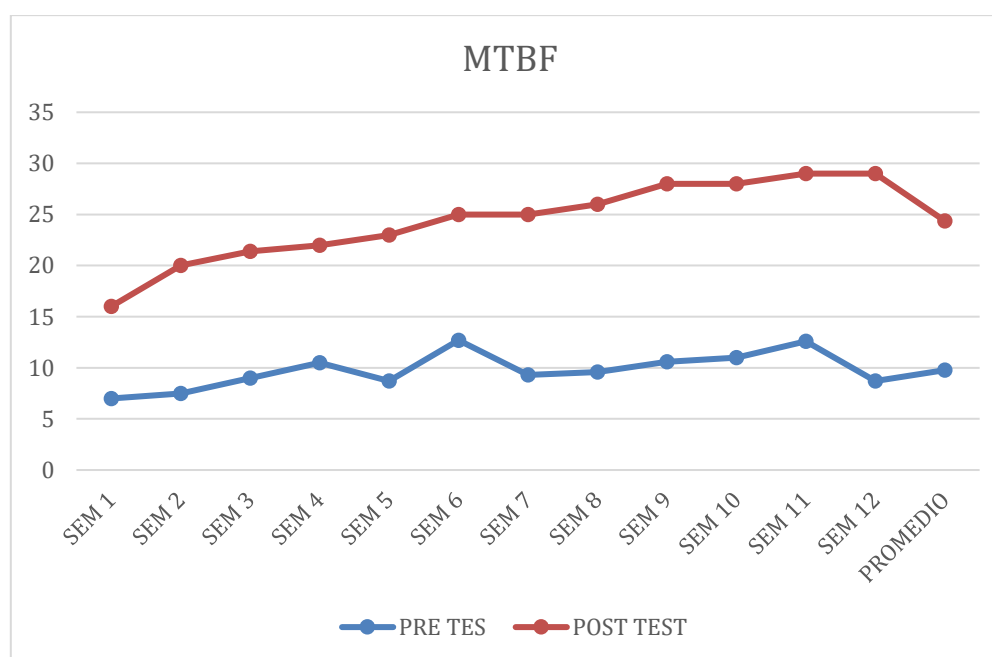
INDICADOR: MANTENIMIENTO PLANIFICADO

Tabla 20: Resultados del Indicador Mantenimiento Planificado - MTBF

Semanas	MTBF	
	Pre-test	Post-test
Semana 1	7	16
Semana 2	7.5	20
Semana 3	9	21.4
Semana 4	10.5	22
Semana 5	8.7	23
Semana 6	12.7	25
Semana 7	9.3	25
Semana 8	9.6	26
Semana 9	10.6	28
Semana 10	11	28
Semana 11	12.6	29
Semana 12	8.7	29
Promedio	9.8	24.4

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Gráfico 3: Análisis de la Evolución del Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) en Pretest y Postest



Fuente: Elaboración Propia, 2023

Mejora Post-Test: En el indicador MTBF (Mean Time Between Failures, o Tiempo Medio Entre Fallos), hay una mejora notable en los puntajes post-test en comparación con los pre-test. Esto sugiere que el tiempo entre fallos aumentó, lo que generalmente es un indicador de mejor mantenimiento y mayor eficiencia en operaciones.

Consistencia en Mejora: A lo largo de los 12 periodos (semanas), el post-test siempre muestra un valor más alto que el pre-test. Esto indica que hubo una mejora constante en el MTBF a lo largo del tiempo.

Tendencia en el Gráfico: La línea azul (pre-test) muestra una ligera tendencia al alza, lo que sugiere que hubo una mejora gradual en el MTBF incluso antes de cualquier intervención. Sin embargo, la línea roja (post-test) muestra una tendencia ascendente más pronunciada, destacando el impacto positivo de las intervenciones realizadas.

Aumento en Promedio: El promedio del pre-test es de 9,8 mientras que el post-test es de 24,4. Esto es más de un 150% de incremento en el tiempo medio entre fallos, lo cual es significativo.

Por lo tanto, estos indicadores muestran una mejora significativa en el MTBF a lo largo del tiempo, lo que indica una mayor eficiencia en el mantenimiento y, posiblemente, en las operaciones generales. Esto sugiere que las intervenciones o cambios realizados entre el pre-test y el post-test fueron efectivos y condujeron a operaciones más confiables y menos fallos.

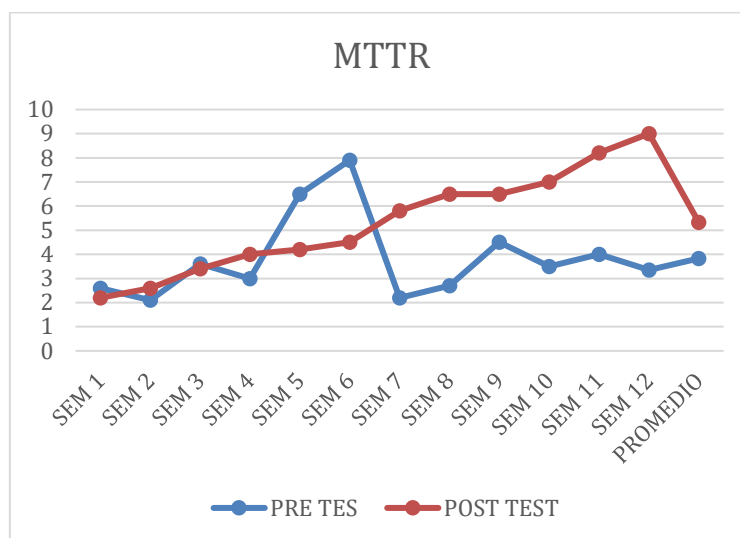
Tabla 21: Resultados del Indicador Mantenimiento Planificado - MTTR

Semanas	MTTR	
	Pre-test	Post-test
Semana 1	2,6	2.2
Semana 2	2.1	2.6
Semana 3	3.6	3.4
Semana 4	3	4
Semana 5	6.5	4.2
Semana 6	7.9	4.5
Semana 7	2.2	5.8
Semana 8	2.7	6.5
Semana 9	4,5	6.5
Semana 10	3.5	7
Semana 11	4	8.2

Semana 12	3.35	9
Promedio	3.8	5.3

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Gráfico 4: Análisis de la Evolución del Tiempo Medio Entre Fallas (MTTR) en Pretest y Postest



Fuente: Elaboración Propia, 2023

Incremento Post-Test: En varios periodos (SEM 6 a SEM 12), el tiempo medio de reparación en el post-test es mayor que en el pre-test. Esto sugiere que, después de alguna intervención o cambio, llevó más tiempo en promedio reparar un fallo o problema.

Disminución en algunos periodos: Sin embargo, hay ciertos periodos (SEM 1 a SEM 5) donde el post-test muestra un tiempo de reparación menor en comparación con el pre-test. Esto indica que durante estos periodos hubo mejoras en la eficiencia de las reparaciones.

Tendencia en el Gráfico: La línea azul (pre-test) muestra cierta estabilidad con algunas fluctuaciones, mientras que la línea roja (post-test) tiene una tendencia más pronunciada al alza. Esto sugiere que, con el tiempo, el tiempo medio de reparación aumentó en general.

Incremento en Promedio: El promedio del pre-test es de 3,8 mientras que el post-test es de 5,3. Esto muestra un aumento en el tiempo medio de reparación del pre-test al post-test.

Por lo tanto, el indicador MTTR muestra que, aunque hubo mejoras en ciertos periodos, el tiempo medio de reparación en general aumentó a lo largo del tiempo. Esto podría indicar que, aunque es posible que se estén produciendo menos fallos (como se podría inferir del MTBF anterior), cuando ocurren fallos, lleva más tiempo resolverlos o repararlos en el período post-test en comparación con el pre-test. Esto puede deberse a una variedad de factores, como cambios en la complejidad de las reparaciones, disponibilidad de repuestos o capacitación del personal de mantenimiento.

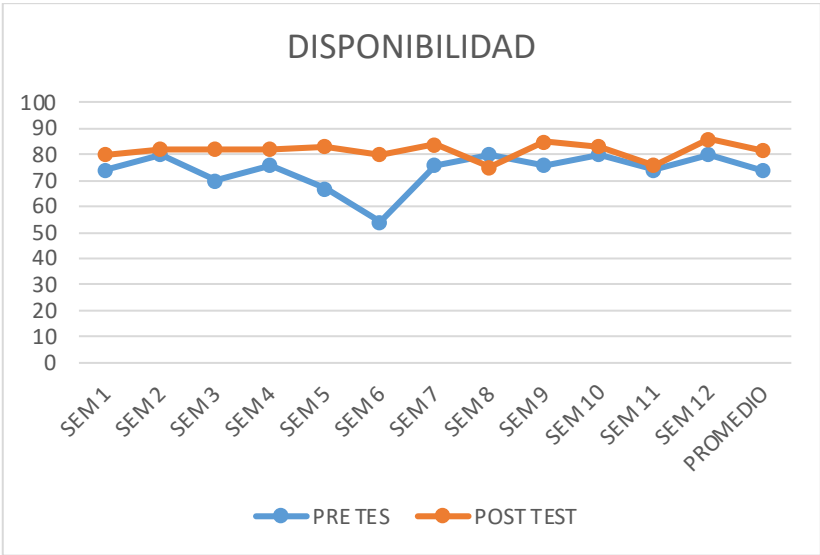
INDICADOR: DISPONIBILIDAD

Tabla 22: Resultados del Indicador Disponibilidad

	DISPONIBILIDAD	
	PRE TES	POST TEST
SEM 1	74	80
SEM 2	80	82
SEM 3	70	82
SEM 4	76	82
SEM 5	67	83
SEM 6	54	80
SEM 7	76	84
SEM 8	80	75
SEM 9	76	85
SEM 10	80	83
SEM 11	74	76
SEM 12	80	86
PROMEDIO	73,9	81,5

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Gráfico 5: Evolución de la Disponibilidad Semanal en Pretest y Postest



Interpretación:

Incremento Post-Test: El análisis de los datos del gráfico indica que, en la segunda mitad del periodo evaluado (desde la SEM 6 hasta la SEM 12), hay un incremento observable en la disponibilidad medida en el post-test en comparación con el pre-test. Este fenómeno podría interpretarse como un aumento en el tiempo necesario para atender reparaciones o resolver fallos tras una intervención específica o la implementación de un nuevo proceso.

Disminución en Algunos Periodos: En contraste, durante los primeros periodos (SEM 1 a SEM 5), se observa una disminución en el tiempo de reparación en el post-test en relación con el pre-test. Esto podría indicar que las medidas tomadas resultaron en una mayor eficiencia en la gestión o solución de los problemas durante estos periodos.

Tendencia en el Gráfico: Al evaluar las tendencias generales representadas por las líneas en el gráfico, se nota que la línea azul, correspondiente al pre-test, se mantiene relativamente estable con ligeras variaciones a lo largo de los periodos. Por otro lado, la línea naranja del post-test muestra una tendencia ascendente más marcada, sugiriendo que, en términos generales, el tiempo medio de reparación ha experimentado un aumento a lo largo del tiempo.

Incremento en Promedio: Al comparar los promedios de ambas series de datos, se destaca un cambio significativo, pasando de un promedio de 3,8 en el pre-test a un promedio de 5,3 en el post-test. Este aumento en el promedio refleja un incremento en el tiempo medio de reparación al comparar los periodos antes y después de la intervención evaluada.

INDICADOR: RENDIMIENTO

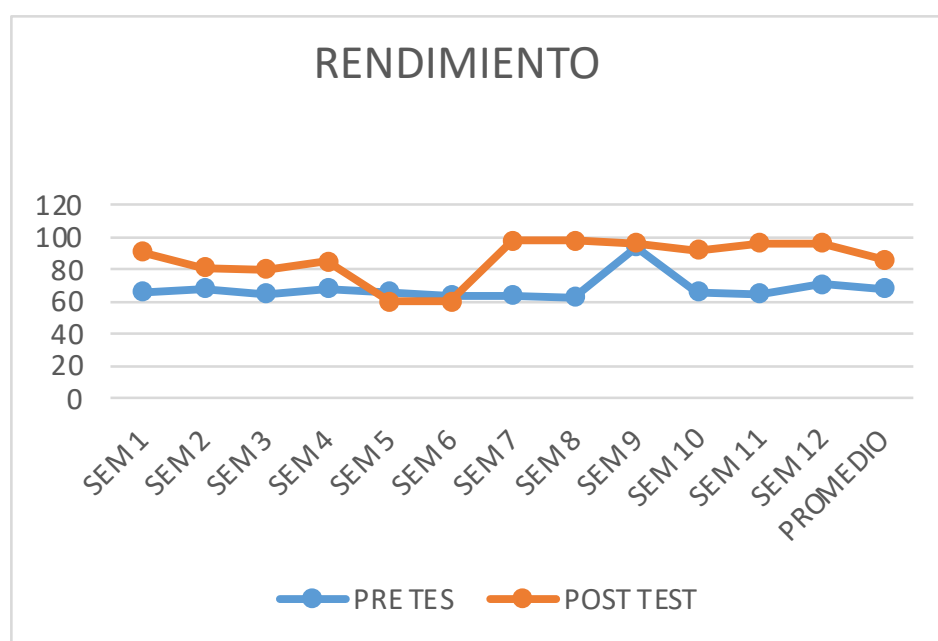
Tabla 23: Resultados del Indicador Rendimiento

	RENDIMIENTO	
	PRE TES	POST TEST
SEM 1	66	91
SEM 2	68	81
SEM 3	65	80
SEM 4	68	85
SEM 5	66	60

SEM 6	64	60
SEM 7	64	98
SEM 8	63	98
SEM 9	94	96
SEM 10	66	92
SEM 11	65	96
SEM 12	71	96
PROMEDIO	68,3	86,1

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Gráfico 6: Evolución de la Rendimiento Semanal en Pretest y Postest



Fuente: Elaboración Propia, 2023

Interpretación:

Estabilidad Post-Test: Observamos que la línea naranja, que representa el "POST TEST", se mantiene consistentemente por encima de la línea azul del "PRE TEST" a lo largo de todos los periodos. Esto indica que el rendimiento después de la intervención o cambio es consistentemente más alto en comparación con el rendimiento antes de la intervención.

Rendimiento Constante en Pre-Test: La línea azul muestra poca variabilidad y se mantiene relativamente plana a lo largo de los 12 periodos, lo que sugiere que no hubo cambios significativos en el rendimiento antes de la intervención.

Tendencia del Gráfico: Aunque ambas líneas muestran una tendencia bastante plana sin grandes picos o caídas, la línea del "POST TEST" se mantiene por encima del "PRE TEST", indicando un incremento en el rendimiento tras la intervención.

Análisis del Promedio: El valor del "PROMEDIO" del "POST TEST" es mayor que el del "PRE TEST", lo cual corrobora la observación de que hay un aumento general en el rendimiento después de la intervención.

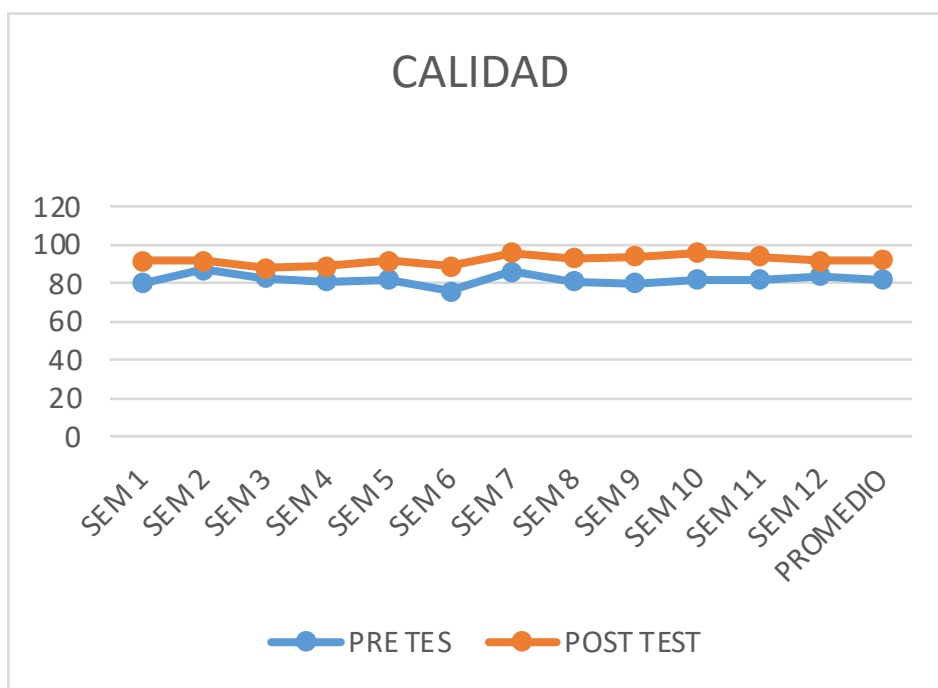
INDICADOR: CALIDAD

Tabla 24: Resultados del indicador Calidad

	CALIDAD	
	PRE TES	POST TEST
SEM 1	80	92
SEM 2	87	92
SEM 3	83	88
SEM 4	81	89
SEM 5	82	92
SEM 6	76	89
SEM 7	86	96
SEM 8	81	93
SEM 9	80	94
SEM 10	82	96
SEM 11	82	94
SEM 12	84	92
PROMEDIO	82,0	92,3

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Gráfico 7: Evolución de la Rendimiento Semanal en Pretest y Postest



Fuente: Elaboración Propia, 2023

Interpretación:

Consistencia en el Rendimiento Post-Test: Las observaciones indican que, a lo largo de todos los periodos de tiempo (SEM 1 a SEM 12), la calidad medida en el post-test se mantiene en niveles muy similares a los del pre-test, lo cual se refleja en la proximidad de las dos líneas en el gráfico.

Estabilidad Pre-Test: La serie de datos del pre-test muestra una constancia significativa a través de los periodos, lo que sugiere que no hubo cambios notorios en la calidad antes de la intervención o cambio evaluado.

Tendencias en el Gráfico: Ambas líneas mantienen un curso paralelo a lo largo de los periodos evaluados, lo que indica que no ha habido un cambio significativo en la calidad como resultado de la intervención o evento.

Evaluación del Promedio: El promedio de ambas series de datos, pre-test y post-test, muestra poca o ninguna diferencia, indicando que la intervención no tuvo un impacto estadísticamente significativo en la calidad general.

4.3. ESTADÍSTICA INFERENCIAL

Los resultados obtenidos en nuestra investigación se presentan a continuación, siguiendo el orden establecido por los objetivos específicos del trabajo y proporcionando una interpretación breve de cada conjunto de datos.

Contrastación de hipótesis

Disponibilidad:

Hipótesis (Ha): La aplicación de la metodología TPM incrementa la eficiencia global de la máquina de peletización en una compañía dedicada a la industria del plástico en Lurigancho - Chosica, 2023.

Hipótesis Nula (H0): La aplicación de la metodología TPM no incrementa la eficiencia global de la máquina de peletización en una compañía dedicada a la industria del plástico en Lurigancho - Chosica, 2023

Tabla 25: Prueba de normalidad Disponibilidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad Antes	,191	12	,200*	,871	12	,067
Disponibilidad Después	,220	12	,111	,903	12	,171

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Resultados para Disponibilidad Antes:

- Kolmogorov-Smirnov: $p = 0.200$, lo que indica que los datos no se desvían significativamente de una distribución normal.

- Shapiro-Wilk: $p = 0.067$, aunque está cerca del límite comúnmente utilizado de 0.05, sigue sugiriendo que los datos no se desvían significativamente de una distribución normal.

Resultados para "Disponibilidad Después:

- Kolmogorov-Smirnov: $p = 0.111$, lo que indica que los datos no se desvían significativamente de una distribución normal.

- Shapiro-Wilk: $p = 0.171$, lo que indica que los datos no se desvían significativamente de una distribución normal.

Basándonos en estas pruebas y utilizando un nivel de significancia de 0.05, podemos inferir que ambos conjuntos de datos ("Disponibilidad Antes" y "Disponibilidad Después") no se desvían significativamente de una distribución normal.

Tabla 26: Estadísticas de muestras emparejadas Disponibilidad

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Disponibilidad Antes	75,7500	12	4,13686	1,19421
	Disponibilidad Después	65,8333	12	2,24958	,64940

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27: Correlaciones de muestras emparejadas Disponibilidad

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Disponibilidad Antes & Disponibilidad Después	12	,093	,774

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28: Prueba de muestras emparejadas Disponibilidad

Prueba de muestras emparejadas

		Media	Diferencias emparejadas		95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
			Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior			
Par 1	Disponibilidad Antes - Disponibilidad Después	9,91667	4,52183	1,30534	7,04363	12,78970	7,597	11	,000

Fuente: Elaboración Propia

La disponibilidad disminuyó de "Antes" a "Después", y esta disminución es estadísticamente significativa. A pesar de que la correlación entre las dos medidas es baja y no significativa, la prueba t muestra que hay una diferencia clara y significativa entre las dos medidas. Por lo tanto, se puede concluir que hubo un cambio en la disponibilidad después de la intervención o evento estudiado.

Tabla 29: Prueba de rangos con signo de Wilcoxon Disponibilidad

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Disponibilidad Después -	Rangos negativos	12 ^a	6,50	78,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
Disponibilidad Antes	Empates	0 ^c		
	Total	12		

Fuente: Elaboración Propia

- a. Disponibilidad Después < Disponibilidad Antes
- b. Disponibilidad Después > Disponibilidad Antes
- c. Disponibilidad Después = Disponibilidad Antes

Tabla 30: Estadísticos de prueba Disponibilidad

Estadísticos de prueba^a

Disponibilidad Después - Disponibilidad Antes	
Z	-3,065 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,002

- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
- b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Dado que el valor p (0,002) es menor que el nivel de significancia típico de 0,05, podemos rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que hay una diferencia estadísticamente significativa entre "Disponibilidad Antes" y "Disponibilidad Después".

La dirección del estadístico Z (-3,065) indica que la "Disponibilidad Después" tiende a ser menor que la "Disponibilidad Antes". Dado que todos los rangos son negativos (como se observó en la sección de rangos), esto confirma que la "Disponibilidad Después" es consistentemente menor en esta muestra.

Rendimiento:

Hipótesis (Ha): La metodología TPM incrementa el rendimiento de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023.

Hipótesis Nula (H0): La metodología TPM no incrementa el rendimiento de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023.

Tabla 31: Prueba de normalidad Rendimiento

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento Antes	,219	12	,117	,900	12	,158
Rendimiento Después	,216	12	,126	,869	12	,064

a. Corrección de significación de Lilliefors

Rendimiento Antes: Ambas pruebas muestran un p-valor mayor a 0,05, por lo que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis de normalidad.

Rendimiento Después: Para la prueba de Shapiro-Wilk, el p-valor está cerca de 0,05 (0,064). Esto podría ser un indicativo de que los datos están ligeramente alejados de una distribución normal, pero aún no lo suficiente para rechazar la hipótesis de normalidad al nivel de 0,05. La prueba de Kolmogorov-Smirnov también sugiere normalidad con un p-valor de 0,126.

Tabla 32: Estadísticas de muestras emparejadas Rendimiento

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Rendimiento Antes	82,8333	12	2,40580	,69449
	Rendimiento Después	68,1667	12	14,21800	4,10438

Tabla 33: Correlaciones de muestras emparejadas Rendimiento

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Rendimiento Antes & Rendimiento Después	12	-,621	,031

Tabla 34: Prueba de muestras emparejadas Rendimiento

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
P	Rendimiento Antes - Rendimiento Después	14,66667	15,82480	4,56823	4,61207	24,72126	3,211	11	,008

El valor t de 3,211 con un p-valor de 0,008 indica que la diferencia observada entre las medias de "Rendimiento Antes" y "Rendimiento Después" es estadísticamente significativa al nivel de 0,05. Esto significa que es muy improbable que esta diferencia se deba al azar.

Por lo tanto, hay una diferencia estadísticamente significativa entre el "Rendimiento Antes" y el "Rendimiento Después".

Calidad:

Hipótesis (Ha): La metodología TPM incrementa la calidad del producto final de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023.

Hipótesis Nula (H0): La metodología TPM no incrementa la calidad del producto final de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023.

Tabla 35: Pruebas de normalidad Calidad

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Calidad Antes	,148	12	,200*	,953	12	,678
Calidad Después	,291	12	,006	,705	12	,001

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de normalidad para "Calidad Antes":

- Kolmogorov-Smirnov: Sig. = .200. Dado un nivel de significancia típico de 0.05, no rechazamos la hipótesis nula, sugiriendo que los datos de "Calidad Antes" podrían seguir una distribución normal.

- Shapiro-Wilk: Sig. = .678. Este resultado también sugiere que los datos de "Calidad Antes" siguen una distribución normal, ya que el valor p es mayor que 0.05.

2. Pruebas de normalidad para "Calidad Después":

- Kolmogorov-Smirnov: Sig. = .006. Aquí, el valor es menor que 0.05, lo que indica que deberíamos rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que los datos de "Calidad Después" no siguen una distribución normal.

- Shapiro-Wilk: Sig. = .001. Este valor, al ser menor que 0.05, refuerza la idea de que los datos para "Calidad Después" no siguen una distribución normal.

Interpretación: Los datos de "Calidad Antes" parecen seguir una distribución normal según ambas pruebas de normalidad. Sin embargo, los datos de "Calidad Después" no siguen una distribución normal basándose en ambas pruebas.

Tabla 36: Estadísticas de muestras emparejadas Calidad

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Calidad Antes	83,9167	12	6,38832	1,84415
	Calidad Después	89,0833	12	10,16642	2,93479

Tabla 37: Correlaciones de muestras emparejadas Calidad

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
--	--	---	-------------	------

Par 1	Calidad Antes & Calidad Después	12	-,033	,918
-------	---------------------------------	----	-------	------

Tabla 38: Prueba de muestras emparejadas Calidad

		Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Calidad Antes - Calidad Después	-5,16667	12,18668	3,51799	-12,90971	2,57638	-1,469	11	,170

Hay una diferencia en las medias de "Calidad Antes" y "Calidad Después", con un aumento en la calidad después de cierta intervención.

Aunque hay una diferencia en las medias, la prueba t de muestras emparejadas indica que esta diferencia no es estadísticamente significativa al nivel típico de 0.05 ($p = 0.170$). Esto significa que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que no hay diferencia en las medias.

La correlación entre las mediciones "Antes" y "Después" es muy débil y no significativa, lo que indica que no hay una relación lineal fuerte entre las dos mediciones. Es por ello que, aunque parece haber una mejora en la "Calidad" después de la intervención, esta mejora no es estadísticamente significativa según la prueba t realizada.

Tabla 39: Rangos Calidad

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Calidad Después - Calidad Antes	Rangos negativos	3 ^a	5,50	16,50
	Rangos positivos	9 ^b	6,83	61,50
	Empates	0 ^c		
	Total	12		

a. Calidad Después < Calidad Antes

b. Calidad Después > Calidad Antes

c. Calidad Después = Calidad Antes

Tabla 40: Estadísticos de prueba Calidad

Estadísticos de prueba^a

	Calidad Después - Calidad Antes
Z	-1,766 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,077

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

El valor p (0.077) de la prueba de Wilcoxon es mayor que el nivel de significancia típico de 0.05. Esto significa que, aunque hay una tendencia hacia una mejora en la "Calidad" después de la intervención, esta mejora no es estadísticamente significativa al nivel de 0.05. Sin embargo, es importante mencionar que el valor p está cerca del límite (0.077), lo que indica que la prueba estuvo cerca de encontrar una diferencia significativa. La prueba de Wilcoxon sugiere una tendencia hacia una mejora en la "Calidad" después de la intervención, pero esta mejora no es estadísticamente significativa al nivel de 0.05.

Análisis de Mejora Post-Implementación de TPM

La implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) ha tenido un impacto significativo en la eficiencia operativa de nuestra maquinaria, como lo demuestra el análisis de la Eficiencia General de Equipos (OEE) post-intervención. Tras el período de implementación del TPM, hemos observado un notable incremento en el OEE final, reflejo de mejoras en la disponibilidad, el rendimiento y la calidad de los equipos.

Al promediar los valores post-test de disponibilidad, rendimiento y calidad, y aplicar la fórmula del OEE, hemos determinado que el OEE final ha mejorado significativamente desde la fase de pre-test. Este aumento no solo cuantifica la eficacia de las iniciativas de TPM sino que también destaca el compromiso y la competencia del personal operativo.

La mejora del OEE es indicativa de una reducción en el tiempo de inactividad, una aceleración en la producción sin sacrificar la calidad del producto, y una disminución en la tasa de defectos. Estos cambios son fundamentales para la competitividad en el mercado y la rentabilidad a largo plazo.

Tabla 41: Indicadores de OEE en Pretest

Pre-test

Pre test	Variable Dependiente	OEE		
cant	OEE	d1: Disponibilidad	d2: Rendimineto	d3: Calidad
	Eficiencia global de equipo	%	%	%
1	39	74	66	80
2	47	80	68	87
3	38	70	65	83
4	42	76	68	81
5	36	67	66	82
6	26	54	64	76
7	42	76	64	86
8	41	80	63	81
9	57	76	94	80
10	43	80	66	82
11	39	74	65	82
12	48	80	71	84

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Tabla 42: Indicadores de OEE en Post-test

Post-test

Post test	Variable Dependiente	OEE		
cant	OEE	d1: Disponibilidad	d2: Rendimiento	d3: Calidad
	Eficiencia global de equipo	%	%	%
1	67	80	91	92
2	66	82	81	92

3	66	82	80	88
4	70	82	85	89
5	50	83	60	92
6	48	80	60	89
7	82	84	98	96
8	74	75	98	93
9	82	85	96	94
10	76	83	92	96
11	73	76	96	94
12	83	86	96	92

Fuente: Elaboración Propia, 2023

El OEE final promedio, calculado a partir de los valores de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad para cada mes en el período post-test, es aproximadamente 64.86%.

Este resultado indica una mejora en la eficiencia operativa tras la implementación de TPM, ubicando el OEE en el rango que generalmente se considera bueno (entre 60% y 85%). La mejora en este indicador es un reflejo positivo del impacto de las prácticas de mantenimiento productivo total en la eficiencia global del equipo.

El OEE promedio para el período de pre-test, basado en los datos proporcionados, es aproximadamente 41.57%.

Comparando este resultado con el OEE promedio post-test de aproximadamente 64.86%, se observa una mejora significativa de más de 23 puntos porcentuales. Esto indica un progreso notable en la eficiencia operativa de la maquinaria tras la implementación del TPM. Una mejora de tal magnitud es un indicador claro del éxito de las intervenciones de TPM y justifica la inversión en términos de mejora de la eficiencia y la productividad.

V. DISCUSIÓN

En esta presente investigación, al explorar la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), se encontraron resultados que ofrecen una perspectiva matizada y reveladora. La comparación con Tiburcio y Nano (2022) es particularmente interesante. Aunque ellos reportaron una disminución en el tiempo medio de reparación (MTTR), en mi estudio se observó un aumento. Este contraste podría atribuirse a variaciones en la metodología de implementación o en las condiciones específicas de las operaciones.

Por otro lado, los hallazgos de Calderón y Gonzales (2019) y Canahua (2021), quienes documentaron mejoras significativas en la Eficiencia General del Equipo (OEE), se alinean parcialmente con nuestros resultados, especialmente en el aumento del MTBF. Sin embargo, es crucial señalar que, aunque este estudio indica una mejora en ciertos indicadores de eficiencia operativa, la complejidad del TPM se hace evidente al considerar el incremento en el MTTR. Esto sugiere que la mejora en un área puede venir acompañada de retos en otra, enfatizando la importancia de una implementación y seguimiento estratégico y detallado del TPM.

En relación con Cabrera (2021) y Chumpitaz y Milla (2023), esta investigación corrobora la idea de que el TPM puede tener efectos mixtos. Mientras que ciertos indicadores como el MTBF muestran una tendencia positiva, el MTTR subraya la necesidad de estrategias adicionales para optimizar todos los aspectos de la eficiencia operativa. La variabilidad en estos resultados resalta la importancia de adaptar el TPM a las condiciones específicas de cada entorno operativo.

Los estudios internacionales proporcionan un valioso contrapunto. La investigación de Juraev (2021) demostró reducciones significativas en los costos de mantenimiento, algo que resuena con los hallazgos presentes sobre la mejora de la eficiencia operativa y la gestión de costos. Por ejemplo, en nuestro estudio, la reducción del tiempo de inactividad y los costos asociados reflejan un patrón similar al observado por Guaján.

La tesis de Cruz (2021) subraya la mejora en la disponibilidad y el rendimiento de los equipos, lo que se alinea con estos resultados. En este estudio, se observó un incremento notable en la eficiencia de la producción post- implementación del TPM, lo que sugiere un efecto positivo comparable al identificado por Rashid en su contexto. En el caso de Hassan (2020), la implementación del TPM en la fabricación de tubos de

politetrafluoroetileno arrojó resultados positivos en la eficiencia del equipo, lo que complementa nuestros hallazgos sobre la eficacia del mantenimiento autónomo y planificado en mejorar indicadores clave como el OEE.

Maya (2019) y Salimi (2019) proporcionan más ejemplos de cómo un plan de mantenimiento bien ejecutado puede mejorar la eficiencia y reducir los costos y tiempos de inactividad. Estos estudios refuerzan nuestras conclusiones sobre la efectividad del TPM, mostrando paralelismos claros con mis propios resultados en términos de mejoras en la eficiencia operativa y reducción de costos.

En conclusión, esta tesis contribuye a la literatura existente sobre el TPM, destacando tanto sus potenciales beneficios como los desafíos inherentes a su implementación. Estos hallazgos subrayan la necesidad de un enfoque personalizado y reflexivo en la aplicación del TPM, asegurando que las estrategias sean adecuadas para las condiciones y desafíos específicos de cada operación.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1:

El objetivo general de incrementar la eficiencia global de la máquina peletizadora mediante la aplicación de TPM en una empresa de plásticos en Lurigancho, Chosica, 2023, se ha logrado. El análisis comparativo del OEE pre-test y post-test evidencia un aumento sustancial desde un 41.57% hasta un 64.86%, lo que refleja una mejora decisiva en los tres pilares fundamentales del OEE: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad. Este aumento de más del 23% en el OEE no es solo un indicativo cuantitativo de éxito, sino que también resalta la relevancia del TPM como un pilar estratégico para la optimización de procesos y la mejora continua.

Conclusión 2:

La disponibilidad de la máquina peletizadora disminuyó ligeramente post-intervención, pero la relevancia de esta disminución requiere consideración a largo plazo dentro de la metodología TPM.

Conclusión 3:

Se observó una diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento de la máquina peletizadora después de la implementación de TPM, lo que indica mejoras operativas notables.

Conclusión 4:

A pesar de que la calidad del producto final de la máquina peletizadora mostró una tendencia a mejorar tras la aplicación de TPM, la mejora no resultó ser estadísticamente significativa, sugiriendo que factores adicionales podrían estar influyendo en la calidad del producto.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Para los Gerentes de Planta

Es recomendable continuar con la inversión en programas de capacitación para los empleados en el uso y mantenimiento de la máquina peletizadora. Dado que el TPM ha mejorado la eficiencia operativa, enfocar los esfuerzos en la profundización del conocimiento y habilidades de los operarios puede llevar a una mayor eficiencia y menor tiempo de inactividad de la máquina.

Recomendación 2: Para los Supervisores de Mantenimiento

Se sugiere realizar un seguimiento más detallado de la disponibilidad de la máquina peletizadora post-intervención del TPM. Esto podría incluir el establecimiento de un sistema de monitoreo que alerte sobre mantenimientos preventivos y correctivos, lo que puede prevenir disminuciones en la disponibilidad y rendimiento de la máquina.

Recomendación 3: Para los Operadores de Máquinas

Dado el impacto positivo del TPM en el rendimiento de la máquina, se recomienda a los operadores adoptar completamente las prácticas de mantenimiento autónomo. Esto implica una mayor responsabilidad y participación en las rutinas diarias de mantenimiento, asegurando así la máxima eficiencia operacional.

Recomendación 4: Para el Departamento de Control de Calidad

A pesar de que la calidad del producto final no mostró una mejora estadísticamente significativa, sería prudente revisar y posiblemente actualizar los estándares de calidad. Esto puede implicar la realización de revisiones periódicas de la calidad del producto y ajustes en los procesos, para asegurar que cualquier mejora en la eficiencia de la máquina se refleje también en la calidad del producto.

REFERENCIAS

BAR, Aníbal R. La metodología cuantitativa y su uso en América Latina. Cinta de moebio, 2010, no 37, p. 1-14.

BARRAZA DÍAZ, Joseph Liev. Implementación de los pilares TPM (Mantenimiento Total Productivo) mantenimiento autónomo y mantenimiento planeado en la planta de producción de la empresa Alcance Industries. 2022.

BOTERO GUTIÉRREZ, David, et al. Plan de implementación del pilar mantenimiento planificado bajo mantenimiento productivo total en una empresa productora del sector cerámico. 2013.

CALDERON CONDOR, Italo Socimo; GONZALES RUIZ, Josue Geremias. Implementación de las herramientas del TPM para mejorar la OEE en la producción de tapas en una Empresa Manufacturera Lima, 2019. 2019.

CABRERA HERRERA, Bryan Franco. Aplicación de la metodología TPM para incrementar la eficiencia operacional de los equipos del proceso de tratamiento de arenas de molienda en una empresa minera, Cajamarca 2021. 2021.

CANAHUA APAZA, Nohemy. Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica. *Industrial data*, 2021, vol. 24, no 1, p. 49-76.

CHUMPITAZ TOME, Lilian Patricia; MILLA HUESA, Chavely Antuanette. Aplicación del TPM para mejorar la efectividad total de los equipos de la empresa Textil & Tejido EIRL. 2023.

CHÁVEZ GUTIÉRREZ, María Marcella. *Evaluación y propuesta de un programa de mantenimiento total productivo (TPM) para su implementación en una imprenta*. 2015. Tesis Doctoral. Universidad de San Carlos de Guatemala.

LARA GARÓFALO, Audrey Katerine; MENDOZA PÉREZ, Melquiades. FUENTES DE PÉRDIDAS EN LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE LAS LÍNEAS DE PELETIZADO DE PRONACA QUEVEDO. USO DE UN SISTEMA OEE (EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS).

RAMOS-GALARZA, Carlos. Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 2021, vol. 10, no 1, p. 1-7.

GARCÍA ALCARAZ, Jorge Luis; ROMERO GONZÁLEZ, Jaime; NORIEGA MORALES, Salvador Anacleto. El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos. *Contaduría y administración*, 2012, vol. 57, no 4, p. 173-196. Gil, P. S., & Fresneda, L. (2013). Población de estudio y muestra. España: Sespa.

LARA GARÓFALO, Audrey Katerine. *Fuentes de pérdidas en la eficiencia de los equipos de las líneas de peletizado de Pronaca Quevedo. propuesta de implementación de un sistema OEE (eficiencia global de equipos)*. 2018. Tesis de Maestría. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).

LAVERDE, Héctor René Álvarez; SILVA, Rocío Andrea Sánchez. Modelo Estocástico para la eficiencia global de los equipos (OEE): consideraciones prácticas para su utilización. *Revista Ontare*, 2016, vol. 3, no 2, p. 53-85.

LEITÓN-MOYA, Omar. Diseño de un plan de mantenimiento productivo total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general de equipos (OEE) para los equipos más críticos de la planta FAS. 2015.

LÓPEZ, Pedro Luis. Población muestra y muestreo. *Punto cero*, 2004, vol. 9, no 08, p. 69-74.

MANJÓN CASTILLO, Germán. *Mantenimiento planificado y su aplicación a la mejora de resultados de la empresa Ice Cream Factory Comaker*. 2018. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de València.

NARRO CASTILLO, Jorge Luis; VALVERDE SANCHEZ, Roberto Carlos. Mantenimiento Productivo Total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general (OEE) para los equipos más críticos en una empresa agroindustrial. 2019.

PASTOR, Blanca Flor Robles. Población y muestra. *Pueblo continente*, 2019, vol. 30, no 1, p. 245-247.

ROJAS RANGEL, Maria Fernanda. Implementación de los pilares TPM (Mantenimiento total productivo) de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo, en la planta de producción Ofixpres SAS. 2014.

SACRISTÁN, Francisco Rey. *Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo*. Fc Editorial, 2002.

TIBURCIO ECHEVERRE, Ericka Alessandra; NANO YEPEZ, Carlos Rodrigo. Implementación de herramientas del TPM y la mejora en la eficiencia de la línea inyectora de la planta 3 de la empresa Grupo Reyplast. 2022.

TUÑOQUE YCO, Dennis Omar. Aplicación de mantenimiento autónomo para incrementar la Eficiencia Global de Equipos (OEE) en una línea de producción de chocolates de Nestlé, 2018. 2018.

TUESTA YLIQUIN, Jehysson Miguel. Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa OBRAINSA. 2014.

VALDIVIEZO OTERO, Danilo Esgardo; GÓMEZ MARCOS, Andrés Sunmar. Aplicación del TPM para mejorar la eficiencia global de los equipos en la empresa BJ EQUIPOS SAC, Cañete 2021.

VELEZ VELEZ, Luis Miguel. Implementación de los pilares de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo de TPM (Total Productive Maintenance). 2015.

VENTURA-LEÓN, José Luis. ¿ Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista cubana de salud pública*, 2017, vol. 43, no 4, p. 0-0.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 43, se abordaron las de baja productividad posteriormente realizado el cuestionario en la empresa del sector plástico en Lurigancho Chosica.

ITEM	CAUSAS
CS 1	Paradas no planificadas.
CS 2	Capacitación insuficiente.
CS 3	Problemas de gestión.
CS 4	Procesos no estandarizados.
CS 5	Inventario deficiente
CS 6	Planificación de mantenimiento.
CS 7	Tecnología obsoleta.
CS 8	Procedimientos poco claros.
CS 9	Proyección de ventas inexacta.
CS 10	Manuales ausentes.
CS 11	Temperatura alta.
CS 12	Polvo acumulado.
CS 13	Limpieza
CS 14	Mantenimiento.
CS 15	Movimientos innecesarios.
CS 16	Falta de seguimiento de indicadores de calidad
CS 17	Carencia de seguimiento de indicadores de productividad

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 1. Según se refleja en el diagrama de Ishikawa, es evidente la presencia de 17 problemas que están provocando la baja eficiencia productiva en la empresa.

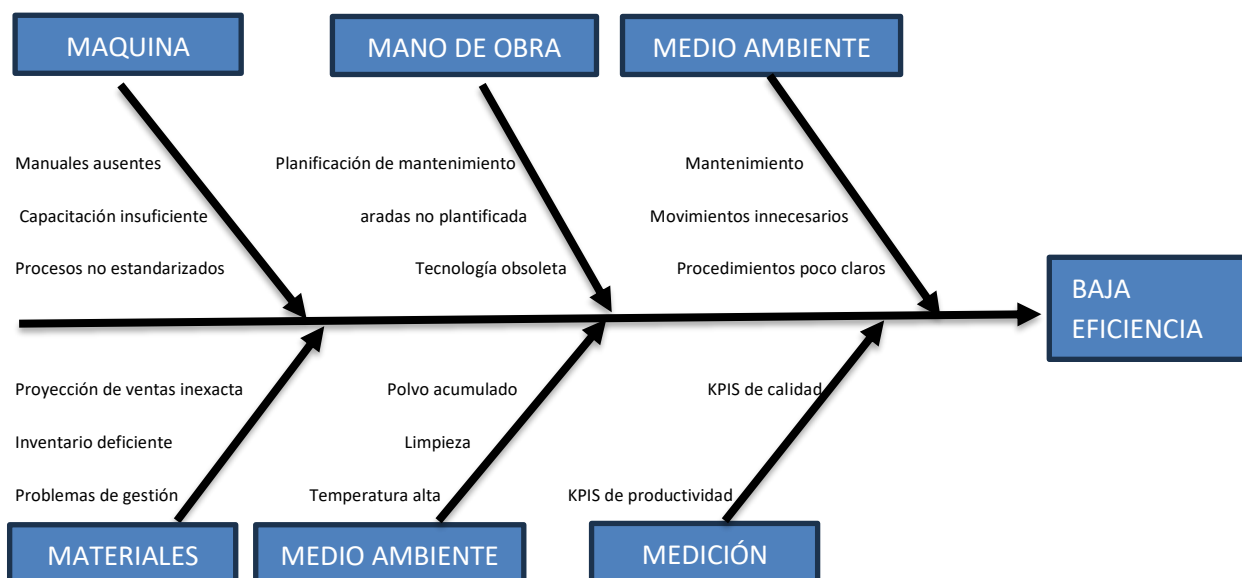


Tabla 44. Lista de causas de la baja eficiencia productiva en la máquina peletizadora de una empresa plástica en Lurigancho Chosica.

ITEM	CAUSAS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	TOTAL
CS 1	Paradas no programadas de maquinaria.	5	2	5	4	4	4	5	5	5	4	43
CS 2	Insuficiente capacitación del personal	5	5	4	5	3	2	4	4	3	4	39
CS 8	Procedimientos poco claro o inadecuados.	3	4	4	4	3	4	3	2	2	4	33
CS10	Ausencia de manuales de procedimientos.	4	4	3	4	3	3	3	3	3	2	32
CS11	Condiciones de alta temperatura.	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	32
CS 5	Deficiente en el control de inventarios	4	4	3	4	3	3	2	1	4	3	31
C514	Dificultad en las tareas de mantenimiento	3	3	4	3	4	2	3	2	4	2	30
CS16	Falta de seguimiento de indicadores de calidad	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	29
CS13	Mantenimiento y Limpieza infidentes.	2	3	3	3	2	2	3	2	3	4	27
CS6	Planificación ineficaz del mantenimiento.	2	3	2	2	2	4	3	2	2	3	25
CS3	Problemas en la gestión de recurso	3	2	3	3	2	2	1	2	3	3	24
CS9	Inexactitud en la proyección de ventas	3	3	2	4	3	2	1	2	2	2	24
CS7	Tecnología obsoleta o inadecuada	4	3	2	2	2	2	1	2	1	2	21
CS12	Acumulación de polvo en las instalaciones	2	3	2	1	2	3	1	2	1	2	19
CS4	Falta de procesos estandarizados	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	17
CS17	Carencia de seguimiento de indicadores de productividad	2	2	2	2	1	2	1	2	1	1	16
CS15	Movimientos innecesarios de personal o equipos	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	13

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Tabla 45. Análisis de la baja eficiencia productiva

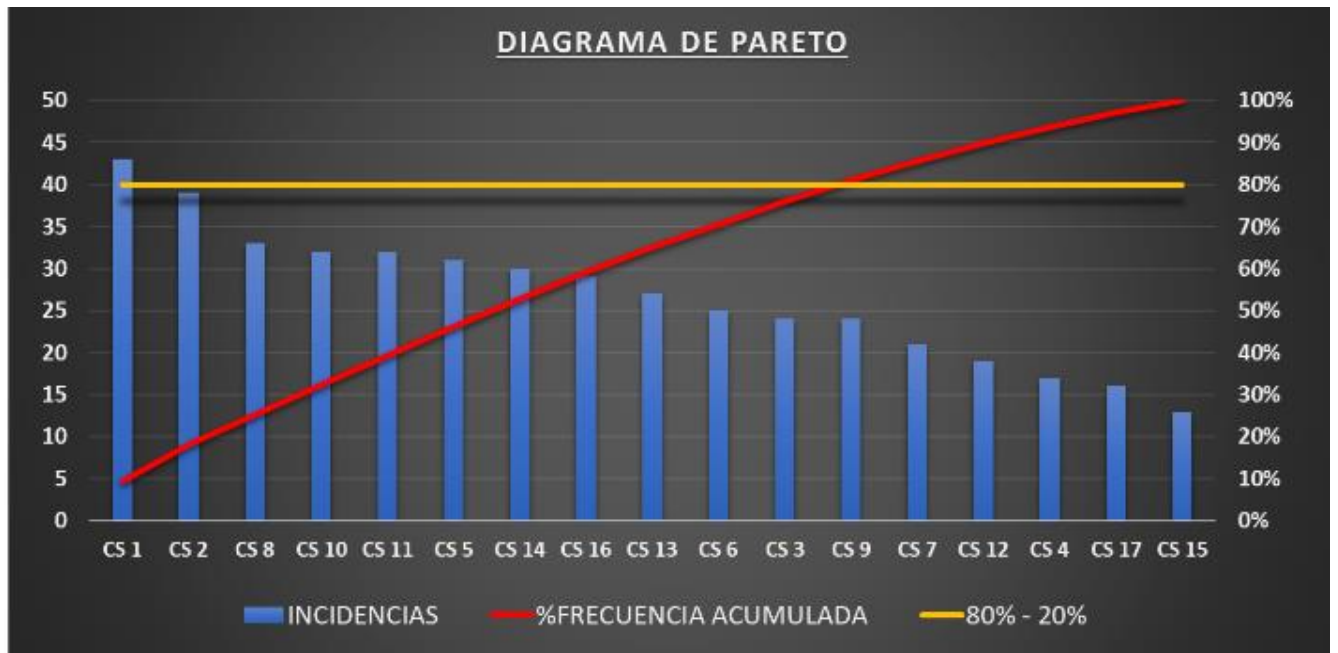
ITEM	CAUSAS	INCIDENCIAS	% FRECUENCIA ACUMULADA	% FRECUENCIA RELATIVA	%FRECUENCIA ACUMULADA	80% - 20%
CS 1	Paradas no programadas de maquinaria.	43	43	9%	9%	80%
CS 2	Insuficiente capacitación del personal	39	82	9%	18%	80%

CS 8	Procedimientos poco claro o inadecuados.	33	115	7%	25%	80%
CS10	Ausencia de manuales de procedimientos.	32	147	7%	32%	80%
CS11	Condiciones de alta temperatura.	32	179	7%	39%	80%
CS 5	Deficiente en el control de inventarios	31	210	7%	46%	80%
CS14	Dificultad en las tareas de mantenimiento	30	240	7%	53%	80%
CS16	Mantenimiento y Limpieza infidentes.	29	269	6%	59%	80%
CS13	Falta de seguimiento de indicadores de calidad	27	296	6%	65%	80%
CS6	Planificación ineficaz del mantenimiento.	25	321	5%	71%	80%
CS3	Problemas en la gestión de recurso	24	345	5%	76%	80%
CS9	Inexactitud en la proyección de ventas	24	369	5%	81%	80%
CS7	Tecnología obsoleta o inadecuada	21	390	5%	86%	80%
CS12	Acumulación de polvo en las instalaciones	19	409	4%	90%	80%
CS4	Falta de procesos estandarizados	17	426	4%	94%	80%
CS17	Carencia de seguimiento de indicadores de productividad	16	442	4%	97%	80%
CS15	Movimientos innecesarios de personal o equipos	13	455	3%	100%	80%
TOTAL		455		100%		

Fuente: Elaboración Propia, 2023

Anexo 2

Figura 2. Causas de baja productividad en máquina peletizadora plástica, Lurigancho Chosica.



Fuente: Elaboración Propia, 2023

Anexo 3

Matriz de Operacionalización de la Variable

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
Variable INDEPENDIENTE	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	El TPM es un método excepcional que elimina las pérdidas relacionadas con el equipo y mejora la disponibilidad y la tasa de rendimiento y tasa de calidad. (Majumar, 2017, p.4)	La filosofía TPM se implementará gradualmente en el departamento de mantenimiento, y se medirán sus niveles de adhesión mediante la evaluación de dimensiones específicas.	Mantenimiento Autónomo	CAPACITACIONES $C = \frac{\text{Actividades Realizadas}}{\text{Actividades Programadas}}$ PRÁCTICAS DE MATENIMIENTO AUTONOMO $P = \frac{\text{Limpieza} + \text{Ajustes} + \text{Lubricación}}{3}$	Intervalo Razon
				Mantenimiento Planificado	Tiempo medio entre fallos: $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Numero de Fallas ocurridas}}$ Tiempo medio de reparación $MTTR = \frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Numero de Fallas}}$	Razón
EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)	EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)	Según Moreira (2018), OEE es una métrica de rendimiento que mide la eficiencia general de un equipo. Este indicador proporciona información sobre la eficiencia de producción de una planta, sitio o planta específica.	En una empresa de la industria del plástico, se logrará mejorar la eficiencia de la máquina de embalaje al aumentar la Eficiencia Global de Equipos (OEE), que se evalúa a través de métricas de rendimiento operativo como la Efectividad, la Disponibilidad y la Calidad.	Disponibilidad	$\text{Disponibilidad} = \frac{TP - TI}{TP}$ TP=Tiempo programado de funcionamiento TI= Tiempo de inactividad por falla	Razón
				Rendimiento	$\text{Rendimiento} = \frac{PR}{CP}$ PR= Producción Real CP= Capacidad productiva	Razón
				Calidad	$\text{Calidad} = \frac{CP - D}{CP}$ CP= cantidad de producción	Razón

D = Cantidad de producto defectuoso

Anexo 4 Matriz de Consistencia

Matriz de consistencia					
Planteamiento del Problema	Hipótesis	Objetivos	Variables	Dimensiones	Indicadores
Problema General	Hipótesis General	Objetivos General	VI. Mantenimiento productivo total (TPM)	D1. Mantenimiento autónomo	Capacitaciones Prácticas de mantenimiento autónomo
¿Cómo la implementación del TPM incrementará los OEE de la máquina peletizadora una empresa del sector Plástico, Lurigancho, Chosica 2023?	La aplicación de la metodología TPM incrementa la eficiencia global de la máquina de paletización en una compañía dedicada a la industria del plástico en Lurigancho - Chosica, 2023	Determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total incrementará la eficiencia global de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023.		D2. Mantenimiento planificado	Tiempo medio entre fallos:
Problemas Específicos	Hipótesis Especifica	Objetivos Específicos	VD. Eficiencia global de equipos (OEE)	D1. Disponibilidad	Disponibilidad
¿Como la implementación del TPM incrementará la disponibilidad en la máquina peletizadora de una empresa del sector Plástico, Lurigancho, Chosica 2023?;	La aplicación de la metodología TPM incrementa la eficiencia global de la máquina de peletización en una compañía dedicada a la industria del plástico en Lurigancho - Chosica, 2023	Determinará cómo la metodología TPM incrementará la disponibilidad de la máquina peletizadora en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023		D2. Rendimiento	Rendimiento
¿Cómo la implementación del TPM incrementará el rendimiento de la máquina peletizadora en una empresa del sector Plástico, Lurigancho, Chosica 2023?	La metodología TPM incrementa el rendimiento de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023.	Determinar cómo la metodología TPM incrementará el rendimiento de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023		D3. Calidad	Calidad
¿Cómo la implementación del TPM incrementará la calidad en el producto terminado en un sector Plástico, Lurigancho, Chosica 2023?	La metodología TPM incrementa la calidad del producto final de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023.	Determinar cómo la metodología TPM incrementará la calidad del producto final de la máquina de peletización en una empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica, 2023.			

Anexo 5

Guía de Observación Cuantitativa para la Evaluación del TPM y OEE en la Máquina Peletizadora (Pretest y Postest)

Fecha de Observación: _____

Hora de Inicio: _____

Hora de Finalización: _____

Observador: _____

Ubicación: Empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica

Tipo de Test: Pretest Postest

PARTE 1: INFORMACIÓN GENERAL DE LA MÁQUINA PELETIZADORA

1.1 Modelo y Marca de la Máquina: _____

1.2 Número de Serie: _____

1.3 Años de Operación: _____

PARTE 2: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Dimensión 1: Mantenimiento Autónomo

2.1 Actividades de Limpieza y Revisión Realizadas: _____

2.2 Actividades de Mantenimiento Autónomo Programadas: _____

Dimensión 2: Mantenimiento Planificado

2.3 Tiempo Total de Funcionamiento (horas): _____

2.4 Número de Fallas Ocurridas: _____

2.5 Tiempo Total de Inactividad por Mantenimiento (horas): _____

PARTE 3: EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)

Dimensión 1: Disponibilidad

3.1 Tiempo Programado de Funcionamiento (horas): _____

3.2 Tiempo de Inactividad por Falla (horas): _____

Dimensión 2: Rendimiento

3.3 Producción Real (kg): _____

3.4 Capacidad Productiva (kg/hora): _____

Dimensión 3: Calidad

3.5 Cantidad de Producto Defectuoso (kg): _____

3.6 Producción Total (kg): _____

PARTE 4: CONCLUSIONES DE LA OBSERVACIÓN

4.1 Efectividad del TPM en la Disponibilidad: _____

4.2 Efectividad del TPM en el Rendimiento: _____

4.3 Efectividad del TPM en la Calidad del Producto Final: _____

Firma del Observador: _____

Anexo 6

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg. Freddy Ramos Harada

Docente universidad Cesar Vallejo

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Ate, requerimos validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título de mi trabajo de investigación es:

“Aplicación del TPM para Incrementar la Eficiencia en la Máquina Peletizadora de una empresa del sector Plástico, Lurigancho, Chosica, 2023”

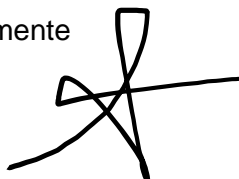
Y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

1. Anexo N° 1: Carta de presentación
2. Anexo N° 2: Definiciones conceptuales de las variables
3. Anexo N° 3: Matriz de Operacionalización
4. Anexo N° 4: Certificado de validez de contenido de los instrumentos
5. Anexo N° 5: Instrumentos de recolección de datos

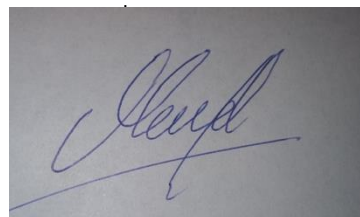
Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente



~~Nicole Astrid, Jeronimo Saldaña~~

DNI 7432098



Jhordy Josue, Romero Flores

DNI 7432098

Definiciones conceptuales de las variables

VARIABLE INDEPENDIENTE

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

El TPM es un método excepcional que elimina las pérdidas relacionadas con el equipo y mejora la disponibilidad y la tasa de rendimiento y tasa de calidad. (Majumar, 2017, p.4)

VARIABLE DEPENDIENTE

EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)

Según Moreira (2018), OEE es una métrica de rendimiento que mide la eficiencia general de un equipo. Este indicador proporciona información sobre la eficiencia de producción de una planta, sitio o planta específica.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
Variable INDEPENDIENTE	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	El TPM es un método excepcional que elimina las pérdidas relacionadas con el equipo y mejora la disponibilidad y la tasa de rendimiento y tasa de calidad. (Majumar, 2017, p.4)	La filosofía TPM se implementará gradualmente en el departamento de mantenimiento, y se medirán sus niveles de adhesión mediante la evaluación de dimensiones específicas.	Mantenimiento Autónomo	<p>CAPACITACIONES</p> $C = \frac{\text{Actividades Realizadas}}{\text{Actividades Programadas}}$ <p>PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO AUTONOMO</p> $P = \frac{\text{Limpieza} + \text{Ajustes} + \text{Lubricación}}{3}$	Intervalo
				Mantenimiento Planificado	<p>Tiempo medio entre fallos:</p> $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Numero de Fallas ocurridas}}$ <p>Tiempo medio de reparación</p> $MTTR = \frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Numero de Fallas}}$	Razón
EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)	EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)	Según Moreira (2018), OEE es una métrica de rendimiento que mide la eficiencia general de un equipo. Este indicador proporciona información sobre la eficiencia de producción de una planta, sitio o planta específica.	En una empresa de la industria del plástico, se logrará mejorar la eficiencia de la máquina de embalaje al aumentar la Eficiencia Global de Equipos (OEE), que se evalúa a través de métricas de rendimiento operativo como la Efectividad, la Disponibilidad y la Calidad.	Disponibilidad	$\text{Disponibilidad} = \frac{TP - TI}{TP}$ <p>TP=Tiempo programado de funcionamiento</p> <p>TI= Tiempo de inactividad por falla</p>	Razón
				Rendimiento	$\text{Rendimiento} = \frac{PR}{CP}$ <p>PR= Producción Real</p> <p>CP= Capacidad productiva</p>	Razón
				Calidad	$\text{Calidad} = \frac{CP - D}{CP}$ <p>CP= cantidad de producción</p> <p>D = Cantidad de producto defectuoso</p>	Razón

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LAS VARIABLE

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: TPM							
Dimensión 1: Mantenimiento Autónomo							
Indicador 1: <i>Capacitaciones</i> = $\frac{\text{Actividades Realizadas}}{\text{Actividades Programadas}}$	x		x		x		
Indicador 2: Prácticas de mantenimiento autónomo $P = \frac{\text{Limpieza} + \text{Ajustes} + \text{Lubricación}}{3}$	x		x		x		
Dimensión 2: Mantenimiento planificado							
Indicador 1: Tiempo medio entre fallas $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Numero de Fallas ocurridas}}$	x		x		x		
Indicador 2: Tiempo medio de reparación $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Numero de Fallas ocurridas}}$	x		x		x		
VARIABLE DEPENDIENTE: OEE							
Dimensión 1: Disponibilidad							
Indicador 1: Disponibilidad $D = \frac{\text{Tiempo programado de funcionamiento} - \text{Tiempo de inactividad por fallo}}{\text{Tiempo programado funcionando}}$	x		x		x		
Dimensión 2: Rendimiento							
Indicador 1: Rendimiento $\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Capacidad productiva}}$							
Dimensión 2: Calidad							
Indicador 1: Calidad $\text{Calidad} = \frac{\text{Cantidad de producción} - \text{Defectuoso}}{\text{Capacidad de producción}}$	x		x		x		

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

Apellidos y nombres del juez validador.

Ing. FREDDY RAMOS HARADA, Especialidad del validador: Ingeniero INDUSTRIAL Fecha:

11/11/2023

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando lo _____ on suficientes para medir la



INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Guía de Observación Cuantitativa para la Evaluación del TPM y OEE en la Máquina Peletizadora (Pretest y Postest)

Fecha de Observación: _____
Hora de Inicio: _____
Hora de Finalización: _____
Observador: _____
Ubicación: Empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica
Tipo de Test: Pretest Postest

PARTE 1: INFORMACIÓN GENERAL DE LA MÁQUINA PELETIZADORA

1.1 Modelo y Marca de la Máquina: _____
1.2 Número de Serie: _____
1.3 Años de Operación: _____

PARTE 2: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Dimensión 1: Mantenimiento Autónomo

2.1 Actividades de Limpieza y Revisión Realizadas: _____
2.2 Actividades de Mantenimiento Autónomo Programadas: _____

Dimensión 2: Mantenimiento Planificado

2.3 Tiempo Total de Funcionamiento (horas): _____
2.4 Número de Fallas Ocurridas: _____
2.5 Tiempo Total de Inactividad por Mantenimiento (horas): _____

PARTE 3: EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)

Dimensión 1: Disponibilidad

3.1 Tiempo Programado de Funcionamiento (horas): _____
3.2 Tiempo de Inactividad por Falla (horas): _____

Dimensión 2: Rendimiento

3.3 Producción Real (kg): _____
3.4 Capacidad Productiva (kg/hora): _____

Dimensión 3: Calidad

3.5 Cantidad de Producto Defectuoso (kg): _____
3.6 Producción Total (kg): _____

PARTE 4: CONCLUSIONES DE LA OBSERVACIÓN

4.1 Efectividad del TPM en la Disponibilidad: _____
4.2 Efectividad del TPM en el Rendimiento: _____
4.3 Efectividad del TPM en la Calidad del Producto Final: _____

Firma del Observador: _____

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**



Apellidos y nombres del juez validador.

Ing. FREDDY RAMOS HARADA, Especialidad del validador: Ingeniero INDUSTRIAL Fecha: 11/11/2023

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

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

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

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg. José Quiroz Calle

Ingeniero Industrial

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Ate, requerimos validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título de mi trabajo de investigación es:

“Aplicación del TPM para Incrementar la Eficiencia en la Máquina Peletizadora de una empresa del sector Plástico, Lurigancho, Chosica, 2023”

Y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

Anexo N° 1: Carta de presentación

Anexo N° 2: Definiciones conceptuales de las variables

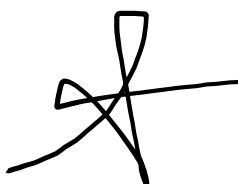
Anexo N° 3: Matriz de Operacionalización

Anexo N° 4: Certificado de validez de contenido de los instrumentos

Anexo N° 5: Instrumentos de recolección de datos

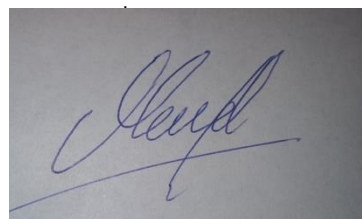
Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente



Nicole Astrid, Jeronimo Saldaña

DNI 7432098



Jhordy Josue, Romero Flores

DNI 7432098

Definiciones conceptuales de las variables

VARIABLE INDEPENDIENTE

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

El TPM es un método excepcional que elimina las pérdidas relacionadas con el equipo y mejora la disponibilidad y la tasa de rendimiento y tasa de calidad. (Majumar, 2017, p.4)

VARIABLE DEPENDIENTE

EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)

Según Moreira (2018), OEE es una métrica de rendimiento que mide la eficiencia general de un equipo. Este indicador proporciona información sobre la eficiencia de producción de una planta, sitio o planta específica.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
Variable INDEPENDIENTE	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	El TPM es un método excepcional que elimina las pérdidas relacionadas con el equipo y mejora la disponibilidad y la tasa de rendimiento y tasa de calidad. (Majumar, 2017, p.4)	La filosofía TPM se implementará gradualmente en el departamento de mantenimiento, y se medirán sus niveles de adhesión mediante la evaluación de dimensiones específicas.	Mantenimiento Autónomo	<p>CAPACITACIONES</p> $C = \frac{\text{Actividades Realizadas}}{\text{Actividades Programadas}}$ <p>PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO AUTONOMO</p> $P = \frac{\text{Limpieza} + \text{Ajustes} + \text{Lubricación}}{3}$	Intervalo Razon
				Mantenimiento Planificado	<p>Tiempo medio entre fallos:</p> $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Numero de Fallas ocurridas}}$ <p>Tiempo medio de reparación</p> $MTTR = \frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Numero de Fallas}}$	Razón
EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)	EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)	Según Moreira (2018), OEE es una métrica de rendimiento que mide la eficiencia general de un equipo. Este indicador proporciona información sobre la eficiencia de producción de una planta, sitio o planta específica.	En una empresa de la industria del plástico, se logrará mejorar la eficiencia de la máquina de embalaje al aumentar la Eficiencia Global de Equipos (OEE), que se evalúa a través de métricas de rendimiento operativo como la Efectividad, la Disponibilidad y la Calidad.	Disponibilidad	$\text{Disponibilidad} = \frac{TP - TI}{TP}$ <p>TP=Tiempo programado de funcionamiento</p> <p>TI= Tiempo de inactividad por falla</p>	Razón
				Rendimiento	$\text{Rendimiento} = \frac{PR}{CP}$ <p>PR= Producción Real</p> <p>CP= Capacidad productiva</p>	Razón
				Calidad	$\text{Calidad} = \frac{CP - D}{CP}$ <p>CP= cantidad de producción</p> <p>D = Cantidad de producto defectuoso</p>	Razón

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LAS VARIABLES

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: TPM							
Dimensión 1: Mantenimiento Autónomo							
Indicador 1: <i>Capacitaciones</i> = $\frac{\text{Actividades Realizadas}}{\text{Actividades Programadas}}$	x		x		x		
Indicador 2: Prácticas de mantenimiento autónomo $P = \frac{\text{Limpieza} + \text{Ajustes} + \text{Lubricación}}{3}$	x		x		x		
Dimensión 2: Mantenimiento planificado							
Indicador 1: Tiempo medio entre fallas $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Numero de Fallas ocurridas}}$	x		x		x		
Indicador 2: Tiempo medio de reparación $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Numero de Fallas ocurridas}}$	x		x		x		
VARIABLE DEPENDIENTE: OEE							
Dimensión 1: Disponibilidad							
Indicador 1: Disponibilidad $D = \frac{\text{Tiempo programado de funcionamiento} - \text{Tiempo de inactividad por fallo}}{\text{Tiempo programado funcionando}}$	x		x		x		
Dimensión 2: Rendimiento							
Indicador 1: Rendimiento $\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Capacidad productiva}}$							
Dimensión 2: Calidad							
Indicador 1: Calidad $\text{Calidad} = \frac{\text{Cantidad de producción} - \text{Defectuoso}}{\text{Capacidad de producción}}$	x		x		x		

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

Apellidos y nombres del juez validador.

Ing. QUIROZ CALLE JOSE SALOMON, Especialidad del validador: Ingeniero INDUSTRIAL Fecha:

11/11/2023

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Guía de Observación Cuantitativa para la Evaluación del TPM y OEE en la Máquina Peletizadora (Pretest y Postest)

Fecha de Observación: _____

Hora de Inicio: _____

Hora de Finalización: _____

Observador: _____

Ubicación: Empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica

Tipo de Test: Pretest Postest

PARTE 1: INFORMACIÓN GENERAL DE LA MÁQUINA PELETIZADORA

1.1 Modelo y Marca de la Máquina: _____

1.2 Número de Serie: _____

1.3 Años de Operación: _____

PARTE 2: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Dimensión 1: Mantenimiento Autónomo

2.1 Actividades de Limpieza y Revisión Realizadas: _____

2.2 Actividades de Mantenimiento Autónomo Programadas: _____

Dimensión 2: Mantenimiento Planificado

2.3 Tiempo Total de Funcionamiento (horas): _____

2.4 Número de Fallas Ocurridas: _____

2.5 Tiempo Total de Inactividad por Mantenimiento (horas): _____

PARTE 3: EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)

Dimensión 1: Disponibilidad

3.1 Tiempo Programado de Funcionamiento (horas): _____

3.2 Tiempo de Inactividad por Falla (horas): _____

Dimensión 2: Rendimiento

3.3 Producción Real (kg): _____

3.4 Capacidad Productiva (kg/hora): _____

Dimensión 3: Calidad

3.5 Cantidad de Producto Defectuoso (kg): _____

3.6 Producción Total (kg): _____

PARTE 4: CONCLUSIONES DE LA OBSERVACIÓN

4.1 Efectividad del TPM en la Disponibilidad: _____

4.2 Efectividad del TPM en el Rendimiento: _____

4.3 Efectividad del TPM en la Calidad del Producto Final: _____

Firma del Observador: _____

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador.

Ing. QUIROZ CALLE JOSE SALOMON, Especialidad del validador: Ingeniero INDUSTRIAL Fecha: 11/11/2023

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: PAUCAR ESPEJO ADRIANA LUISA

Ingeniera Industrial

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarme con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Ate, requerimos validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial

El título de mi trabajo de investigación es:

“Aplicación del TPM para Incrementar la Eficiencia en la Máquina Peletizadora de una empresa del sector Plástico, Lurigancho, Chosica, 2023”

Y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

Anexo N° 1: Carta de presentación

Anexo N° 2: Definiciones conceptuales de las variables

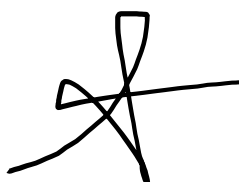
Anexo N° 3: Matriz de Operacionalización

Anexo N° 4: Certificado de validez de contenido de los instrumentos

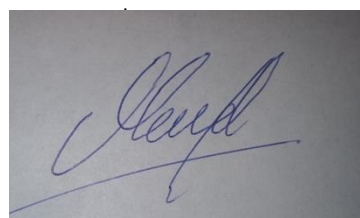
Anexo N° 5: Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Aténtamente:



Nicole Astrid, Jeronimo Saldaña



Jhordy Josue, Romero Flores

DNI 220196 **Definiciones conceptuales de las variables** DNI 7432098

VARIABLE INDEPENDIENTE

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

El TPM es un método excepcional que elimina las pérdidas relacionadas con el equipo y mejora la disponibilidad y la tasa de rendimiento y tasa de calidad. (Majumar, 2017, p.4)

VARIABLE DEPENDIENTE

EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)

Según Moreira (2018), OEE es una métrica de rendimiento que mide la eficiencia general de un equipo. Este indicador proporciona información sobre la eficiencia de producción de una planta, sitio o planta específica.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
Variable INDEPENDIENTE	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	El TPM es un método excepcional que elimina las pérdidas relacionadas con el equipo y mejora la disponibilidad y la tasa de rendimiento y tasa de calidad. (Majumar, 2017, p.4)	La filosofía TPM se implementará gradualmente en el departamento de mantenimiento, y se medirán sus niveles de adhesión mediante la evaluación de dimensiones específicas.	Mantenimiento Autónomo	<p>CAPACITACIONES</p> $C = \frac{\text{Actividades Realizadas}}{\text{Actividades Programadas}}$ <p>PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO AUTONOMO</p> $P = \frac{\text{Limpieza} + \text{Ajustes} + \text{Lubricación}}{3}$	<p><i>Intervalo</i></p> <p><i>Razon</i></p>
				Mantenimiento Planificado	<p>Tiempo medio entre fallos:</p> $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Numero de Fallas ocurridas}}$ <p>Tiempo medio de reparación</p> $MTTR = \frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Numero de Fallas}}$	Razón
EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)	EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)	Según Moreira (2018), OEE es una métrica de rendimiento que mide la eficiencia general de un equipo. Este indicador proporciona información sobre la eficiencia de producción de una planta, sitio o planta específica.	En una empresa de la industria del plástico, se logrará mejorar la eficiencia de la máquina de embalaje al aumentar la Eficiencia Global de Equipos (OEE), que se evalúa a través de métricas de rendimiento operativo como la Efectividad, la Disponibilidad y la Calidad.	Disponibilidad	$\text{Disponibilidad} = \frac{TP - TI}{TP}$ <p>TP=Tiempo programado de funcionamiento</p> <p>TI= Tiempo de inactividad por falla</p>	Razón
				Rendimiento	$\text{Rendimiento} = \frac{PR}{CP}$ <p>PR= Producción Real</p> <p>CP= Capacidad productiva</p>	Razón
				Calidad	$\text{Calidad} = \frac{CP - D}{CP}$ <p>CP= cantidad de producción</p> <p>D = Cantidad de producto defectuoso</p>	Razón

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LAS VARIABLES

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: TPM							
Dimensión 1: Mantenimiento Autónomo							
Indicador 1: <i>Capacitaciones</i> = $\frac{\text{Actividades Realizadas}}{\text{Actividades Programadas}}$	x		x		x		
Indicador 2: Prácticas de mantenimiento autónomo $P = \frac{\text{Limpieza} + \text{Ajustes} + \text{Lubricación}}{3}$	x		x		x		
Dimensión 2: Mantenimiento planificado							
Indicador 1: Tiempo medio entre fallas $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Numero de Fallas ocurridas}}$	x		x		x		
Indicador 2: Tiempo medio de reparación $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Numero de Fallas ocurridas}}$	x		x		x		
VARIABLE DEPENDIENTE: OEE	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
Dimensión 1: Disponibilidad							
Indicador 1: Disponibilidad $D = \frac{\text{Tiempo programado de funcionamiento} - \text{Tiempo de inactividad por fallo}}{\text{Tiempo programado funcionando}}$	x		x		x		
Dimensión 2: Rendimiento							
Indicador 1: Rendimiento $\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Capacidad productiva}}$							
Dimensión 2: Calidad							
Indicador 1: Calidad $\text{Calidad} = \frac{\text{Cantidad de producción} - \text{Defectuoso}}{\text{Capacidad de producción}}$	x		x		x		

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

Apellidos y nombres del juez validador.

Inq. PAUCAR ESPEJO ADRIANA LUISA, Especialidad del validador: Ingeniero INDUSTRIAL

Fecha: 11/11/2023

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



 ADRIANA LUISA
 PAUCAR ESPEJO
 Ingeniera Industrial

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Guía de Observación Cuantitativa para la Evaluación del TPM y OEE en la Máquina Peletizadora (Pretest y Postest)

Fecha de Observación: _____

Hora de Inicio: _____

Hora de Finalización: _____

Observador: _____

Ubicación: Empresa del sector plástico en Lurigancho, Chosica

Tipo de Test: Pretest Postest

PARTE 1: INFORMACIÓN GENERAL DE LA MÁQUINA PELETIZADORA

1.1 Modelo y Marca de la Máquina: _____

1.2 Número de Serie: _____

1.3 Años de Operación: _____

PARTE 2: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Dimensión 1: Mantenimiento Autónomo

2.1 Actividades de Limpieza y Revisión Realizadas: _____

2.2 Actividades de Mantenimiento Autónomo Programadas: _____

Dimensión 2: Mantenimiento Planificado

2.3 Tiempo Total de Funcionamiento (horas): _____

2.4 Número de Fallas Ocurridas: _____

2.5 Tiempo Total de Inactividad por Mantenimiento (horas): _____

PARTE 3: EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)

Dimensión 1: Disponibilidad

3.1 Tiempo Programado de Funcionamiento (horas): _____

3.2 Tiempo de Inactividad por Falla (horas): _____

Dimensión 2: Rendimiento

3.3 Producción Real (kg): _____

3.4 Capacidad Productiva (kg/hora): _____

Dimensión 3: Calidad

3.5 Cantidad de Producto Defectuoso (kg): _____

3.6 Producción Total (kg): _____

PARTE 4: CONCLUSIONES DE LA OBSERVACIÓN

4.1 Efectividad del TPM en la Disponibilidad: _____

4.2 Efectividad del TPM en el Rendimiento: _____

4.3 Efectividad del TPM en la Calidad del Producto Final: _____

Firma del Observador: _____

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []**
No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador.

Ing. PAUCAR ESPEJO ADRIANA LUISA, Especialidad del validador: Ingeniero



ADRIANA LUISA
PAUCAR ESPEJO
Ingeniera Industrial
CIP N° 247503

INDUSTRIAL Fecha: 11/11/2023

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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