



Universidad César Vallejo

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

**Aplicación del TPM para aumentar la productividad en el
molino agroindustrial San Francisco S.A.C. - Ciudad de Dios,
2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Asenjo Vargas, Ronald Fabian (orcid.org/0000-0003-1383-6547)

Cerna Terrones, Dayanna Maria Irene (orcid.org/0000-0002-2922-1291)

ASESOR:

Dr. Marcos Alejandro, Robles Lora (orcid.org/0000-0001-6818-6487)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHEPÉN – PERÚ

2023

Dedicatoria

A Dios, por permitirnos culminar nuestros estudios superiores iluminándonos y guiándonos en cada momento para seguir por el camino correcto y así lograr alcanzar nuestras metas.

A nuestros padres, quienes se esfuerzan a diario y nos brindan incondicionalmente su apoyo moral y económico.

A nuestros hermanos, que son parte importante en nuestras vidas y por ayudarnos de alguna manera a seguir adelante durante nuestra vida universitaria.

A nuestros amigos y todas aquellas personas especiales, que en algún momento nos aconsejaron, estuvieron a nuestro lado en los días buenos y malos dándonos fuerzas y alegrías necesarias para seguir adelante.

Agradecimiento

A Dios, por guiar nuestros pasos y estar a nuestro lado ayudándonos a cumplir nuestros objetivos ya que sin el nada sería posible.

A nuestros Padres, por hacer un esfuerzo en apoyarnos en toda la etapa de nuestras vidas.

A la Universidad César Vallejo, por darnos la oportunidad de pertenecer a esta casa de estudios.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, por compartir sus enseñanzas durante nuestra vida universitaria.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ROBLES LORA MARCOS ALEJANDRO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHEPEN, asesor de Tesis titulada: "Aplicación del TPM para aumentar la productividad en el Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C. - Ciudad de Dios, 2023", cuyos autores son CERNA TERRONES DAYANNA MARIA IRENE, ASENJO VARGAS RONALD FABIAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20%, 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.

CHEPÉN, 09 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ROBLES LORA MARCOS ALEJANDRO DNI: 46053390 ORCID: 0000-0001-6818-6487	Firmado electrónicamente por: ROBLES el 11-12- 2023 12:55:11

Código documento Trilce: TRI - 0689620

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CERNA TERRONES DAYANNA MARIA IRENE, ASENJO VARGAS RONALD FABIAN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHEPEN, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación del TPM para aumentar la productividad en el Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C. - Ciudad de Dios, 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
DAYANNA MARIA IRENE CERNA TERRONES DNI: 71886709 ORCID: 0000-0002-2922-1291	Firmado electrónicamente por: DCERNAT el 09-12- 2023 13:52:08
RONALD FABIAN ASENJO VARGAS DNI: 71433226 ORCID: 0000-0003-1383-6547	Firmado electrónicamente por: RASENJOVA5 el 09- 12-2023 14:00:59

Código documento Trilce: TRI - 0689621

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población, muestra y muestreo	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5. Procedimientos	14
Método de análisis de datos	15
3.6. Aspectos éticos	15
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	43
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS	
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 2. <i>Resumen del análisis del check list</i>	17
Tabla 3. <i>Disponibilidad de máquinas inicial</i>	20
Tabla 4. <i>Rendimiento del molino inicial</i>	21
Tabla 5. <i>Calidad del molino inicial</i>	22
Tabla 6. <i>OEE del molino inicial</i>	23
Tabla 7. <i>Productividad inicial de hora máquina</i>	23
Tabla 8. <i>Productividad inicial de materia prima</i>	24
Tabla 9. <i>Productividad inicial de mano de obra</i>	25
Tabla 10. <i>Productividad multifactorial inicial</i>	26
Tabla 11. <i>Descripción de la implementación de la metodología 6S</i>	27
Tabla 12. <i>Resumen de las capacitaciones</i>	28
Tabla 13. <i>Programa de mantenimiento preventivo de maquinaria en el molino</i>	29
Tabla 14. <i>Disponibilidad de máquinas final</i>	31
Tabla 15. <i>Rendimiento del molino final</i>	32
Tabla 16. <i>Calidad del molino final</i>	33
Tabla 17. <i>OEE del molino final</i>	34
Tabla 18. <i>Productividad final de hora máquina</i>	35
Tabla 19. <i>Productividad final de materia prima</i>	36
Tabla 20. <i>Productividad final de mano de obra</i>	37
Tabla 21. <i>Productividad multifactorial final</i>	38
Tabla 22. <i>Comparación de la productividad de máquina</i>	39
Tabla 23. <i>Comparación de la productividad de materia prima</i>	40
Tabla 24. <i>Comparación de la productividad de mano de obra</i>	41
Tabla 25. <i>Comparación de la productividad multifactorial</i>	42

Índice de figuras

Figura 1. <i>Diagrama de Ishikawa realizado en el molino.....</i>	18
Figura 2. <i>Diagrama de Pareto realizado en el molino.</i>	19
Figura 3. <i>Prueba de normalidad de productividad multifactorial antes y después con Shapiro de Wilk.....</i>	43
Figura 4. <i>Prueba de normalidad de productividad multifactorial antes y después con Shapiro de Wilk.....</i>	43

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general aplicar el TPM para incrementar la productividad en el molino planta agroindustrial. La metodología empleada fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, y diseño pre experimental, se usó la técnica de recolección de datos, observación directa, análisis documental, como instrumentos se usaron fichas de recolección de datos, check list, cuestionario. Como resultados se determinó que tan solo el 45% de los lineamientos de mantenimiento se cumple, donde las causas raíces fueron la falta de mantenimiento preventivo, procedimientos de mantenimiento inadecuados, inadecuada distribución física y la falta de capacitación al personal operativo, a su vez, se halló que la disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE salió 85.4%, 83.5%, 86.4% y 61.6% respectivamente, la productividad de hora máquina, materia prima, mano de obra y multifactorial salió 5.35 sacos / hora máquina, 81.27 sacos / tonelada de materia prima, 8.39 sacos / hora hombre, y 31.15 saco / recurso respectivamente; para ello, se implementó tres pilares del mantenimiento productivo total, los cuales fueron el mantenimiento autónomo, capacitaciones y mantenimiento planificado, donde la disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE final salió 97.6%, 94.2%, 95.3% y 87.6% respectivamente. Como conclusión se halló que la productividad de hora máquina, materia prima y mano de obra aumentaron un 2.06 sacos / hora máquina, 6.99 sacos / tonelada de materia prima, y 2.68 sacos / hora hombre respectivamente.

Palabras clave: disponibilidad, máquinas, molino, productividad, TPM.

Abstract

The general objective of this research was to apply TPM to increase productivity in the agroindustrial plant mill. The methodology used was applied, quantitative approach, and pre-experimental design. As results, it was determined that only 45% of the maintenance guidelines are met, where the root causes were the lack of preventive maintenance, inadequate maintenance procedures, inadequate physical distribution and the lack of training for operational personnel, in turn, It was found that availability, performance, quality and OEE came out 85.4%, 83.5%, 86.4% and 61.6% respectively, the productivity of machine hour, raw material, labor and multifactorial came out 5.35 bags / machine hour, 81.27 bags / ton of raw material, 8.39 bags/man hour, and 31.15 bags/resource respectively; For this, three pillars of total productive maintenance were implemented, which were autonomous maintenance, training and planned maintenance, where availability, performance, quality and final OEE came out 97.6%, 94.2%, 95.3% and 87.6% respectively. In conclusion, it was found that the productivity of machine hour, raw material and labor increased by 2.06 bags / machine hour, 6.99 bags / ton of raw material, and 2.68 bags / man hour respectively.

Keywords: availability, machines, mill, productivity, TPM.

I. INTRODUCCIÓN

La cooperación internacional para lograr niveles de vida tiende a aumentar la productividad global. Nuestra última convicción es que los fondos de inversión son confiables y eficaces cuando asignan recursos a empresas significativas. Sin embargo, la falta de interés de años anteriores es motivo de preocupación para un avance sostenido (Gormas Córdova, 2019). En América Latina, el sector de procesamiento de productos agrícolas contemporáneo necesita diversas competencias para tener éxito en diversos mercados (Solleiro y Colín, 2019).

A escala global las empresas que utilizan maquinaria en sus operaciones comerciales están incrementando la accesibilidad de sus activos fijos (Andrés y Maheut, 2018, p. 98). De otro parte, aproximadamente el 34,6% de las empresas industriales dedicadas a la molinería en todo el mundo no cuentan con un programa de mantenimiento regular para sus equipos, según los datos revelados por Jiménez (2021, p. 65). Además, cuando surgen problemas, el personal no siempre sabe cómo comunicarlos con la precisión necesaria. Esto resulta en una baja disponibilidad de los equipos, una debilidad que afecta a las empresas de servicios de fabricación a escala global.

Para que las empresas operen de manera efectiva, es crucial que sus equipos y herramientas permanezcan en buenas condiciones de funcionamiento (Bhandari, 2020, p. 76). La mayoría de los problemas que surgen con estos dispositivos provienen de su uso excesivo e inadecuado, por lo que es fundamental asegurar su adecuado mantenimiento. De lo contrario, es posible que no puedan funcionar según lo previsto y producir los beneficios que deben proporcionar (Bakirzis, 2018, p.55). Un análisis global reveló que la mayoría, 65,5%, de las compañías en el sector de maquinaria metálica se enfocan principalmente en el mantenimiento correctivo, es decir, solo arreglan las máquinas cuando se dañan.

Este enfoque da como resultado una menor disponibilidad de las máquinas y puede comprometer la entrega. Para que las empresas operen de manera efectiva, es crucial que sus equipos y herramientas permanezcan en buenas condiciones de funcionamiento (Bhandari, 2020, p. 76). La mayoría de los problemas que surgen con estos dispositivos provienen de su uso excesivo e

inadecuado, por lo que es fundamental asegurar su adecuado mantenimiento. De lo contrario, es posible que no puedan funcionar según lo previsto y producir los beneficios que deben proporcionar (Bakirzis, 2018, p.55). Este enfoque da como resultado una menor disponibilidad de las máquinas y puede comprometer la entrega oportuna de los proyectos (Bernardo, 2020).

A nivel nacional, según Bhunia (2020), existen 2.154 empresas especializadas en fábricas en el Perú, de las cuales el 84,17% enfrenta problemas relacionados con el tiempo de entrega del trabajo especificado y quejas de los clientes, lo que significa que a menudo entregan sus productos con algunos días de retraso. Este problema se atribuye a la ausencia de una cultura de mantenimiento productivo total (TPM), lo que resulta en inconvenientes que no se pueden mejorar, tales como la disponibilidad de las máquinas y el desinterés por el mantenimiento de las mismas. Esto, a su vez, provoca paradas prematuras que tienen consecuencias negativas para la empresa (Hossen, 2020).

Perú cuenta con varias fábricas que destacan por su eficiencia; sin embargo, como señala Muñoz (2019), la industria se ve obstaculizada por procesos de producción insuficientes, lo que resulta en un conocimiento inadecuado para mejorarlos. La calidad del producto final es encomiable, pero la mala gestión de activos y los altos costos operativos plantean desafíos. Como resultado, la empresa ha estado buscando soluciones. El sector agrícola emplea maquinaria para mejorar el rendimiento, lo que requiere un mantenimiento extensivo de la producción para garantizar la eficacia y prolongar la usabilidad (Stretch, 2018).

A nivel local, Chepen cuenta con 65 empresas especializadas en la industria molinera, según Canahua (2021), lo que muestra que el 84.3% de estas organizaciones tienen problemas para entregar el trabajo en el tiempo estipulado, ya que en su mayoría entregan por falta de tiempo, lo que Las actividades comerciales de las empresas contratistas se ven perjudicadas porque la disponibilidad de sus equipos es bajísima porque no existe una cultura de mantenimiento preventivo y por el contrario esperan pérdidas inoportunas en sus activos fijos.

Por lo anterior, la empresa San Francisco S.A.C., una fábrica agroindustrial ubicada en Ciudad de Dios, destinada a apilar, comercializar y almacenar arroz,

se encontraba con regularidad enfrentando problemas de roturas, debido a la insuficiencia de maquinaria y mano de obra. Por consiguiente, las empresas generaban subproductos además de los productos esenciales. También enfrenta tiempos de inactividad no planificados y problemas relacionados únicamente con el mantenimiento. Los problemas de medición en el proceso de producción se deben a fluctuaciones en el tiempo de proceso y falta de estándares que afectan la eficiencia de la producción.

A raíz de esta interrogante surgió la siguiente pregunta: ¿En qué medida la aplicación del TPM mejora la productividad de la planta agroindustrial SAC en San Francisco, Ciudad de Dios, 2023?.

Se justificó desde el punto de vista teórico, dado que el estudio hizo uso de teorías pertinentes para ofrecer refuerzo técnico y teórico a los resultados que se alcanzarán. La justificación metodológica del estudio es clara, ya que los instrumentos utilizados servirán como un recurso importante para futuros investigadores que pretendan investigar las mismas variables.

El fundamento pragmático radica en la eliminación de elementos que contribuyen a la reducida disponibilidad de la maquinaria, lo cual potenció la competitividad de la empresa en contraste con otras compañías del sector molinero. Además, existe una justificación económica para el uso de la gestión del mantenimiento preventivo, que anticipa las necesidades de mantenimiento y reduce los costos del mantenimiento correctivo. Finalmente, la justificación social para la implementación de la gestión de mantenimiento es evidente, ya que se capacitó a los trabajadores en un mantenimiento adecuado, haciéndolos más competitivos en otras oportunidades laborales. Además, el beneficio que tuvo la aplicación del trabajo dentro del molino de arroz fue el aumento de la productividad, lo cual ayudó a cumplir sus pedidos a tiempo y su rentabilidad logró aumentar de manera significativa.

El objetivo general de este estudio es: aplicar TPM para incrementar la productividad en la planta agroindustrial de SAC en San Francisco (Ciudad de Dios, 2023). Plantear los siguientes objetivos específicos: Diagnosticar la situación actual. Diseñar e implementar el TPM. Realizar un análisis estadístico. La hipótesis presentada fue: la aplicación del TPM aumenta la productividad en

el Molino Agroindustrial San Francisco SAC, Ciudad de Dios, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

En un contexto más amplio, se pueden identificar aportes de autores a nivel internacional, nacional y local.

En los estudios de Trasviña et al. (2023), el objetivo fundamental de la organización industrial fue, el de mejorar la productividad mediante la incorporación del mantenimiento productivo total. Esto se logró utilizando un enfoque cuantitativo y adhiriéndose a la metodología actual con un diseño preexperimental. El resultado de este enfoque mostró que la causa primordial de la disminución de productividad eran las frecuentes paradas de las máquinas en el área de producción, que ocurrían en promedio cada 30,7 horas. Estas máquinas requirieron alrededor de 5,2 horas de mantenimiento, lo que provocó una disminución de la productividad y una parada de la producción. Finalmente, se descubrió un aumento notable en la productividad de la materia prima y de las máquinas, incrementando los productos terminados por hora total de máquina en un 15,4% y los productos terminados por materia prima total en un 18,6%.

Carrillo et al. (2021) plantearon que el propósito de su estudio fue demostrar cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) puede potenciar la productividad en las organizaciones industriales. Para ello, los investigadores adoptaron un enfoque pre-experimental, empleando un diseño cuantitativo y práctico. Tras un análisis preliminar, se identificaron como causas principales de la baja eficiencia de producción en la empresa el exceso de mantenimiento correctivo, la ausencia de planes de mantenimiento preventivo y el envejecimiento de las máquinas, con más de cinco años de uso, lo que resultaba en una baja disponibilidad. Para enfrentar estos desafíos, se implementaron los cuatro pilares fundamentales del TPM: mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mejora enfocada y capacitación. Los resultados de esta investigación, demostraron un aumento significativo en la productividad de las máquinas y de las materias primas, con incrementos promedio del 24,6% y 19,7%, respectivamente.

Delgado y Sánchez (2022) se embarcaron en el emprendimiento de implementar herramientas de calidad del mantenimiento productivo total. Para lograr este objetivo, utilizaron un enfoque cuantitativo y una metodología de diseño preexperimental. Sus hallazgos indicaron que el tiempo promedio entre averías de la máquina es de aproximadamente 45,8 horas, con un tiempo de reparación de aproximadamente 6,4 horas. Esto resultó en una disponibilidad total de la máquina del 69,4% y afectó negativamente a la productividad de la empresa. La causa de esta negativa fue la ausencia de un cronograma de mantenimiento preventivo para los activos fijos de la empresa. En concreto, aumentaron en 9,5 productos terminados por hora máquina total y 22,5 productos terminados por materia prima total, respectivamente, lo que se convirtió en una mejora global de productividad para la compañía.

Carrillo et al. (2021) compartieron un objetivo común: aumentar la productividad en una empresa industrial implementando el TPM. I utilizar un diseño pre-experimental, identificaron que el área de mantenimiento adolecía de falta de organización en cuanto a repuestos y materiales. Como consecuencia, los trabajadores dedicaban entre 10 y 15 minutos a buscar las piezas necesarias, lo que extendía los tiempos de reparación y reducía los niveles de productividad, obstaculizando así la ya planificada. En consecuencia, se observó un aumento en la productividad de la materia prima, con 28,1 productos terminados por materia prima en total, y en la productividad de las máquinas, con 12,3 productos terminados por hora de máquina en total.

Por su parte, Delgado et al. (2022) se plantearon como objetivo principal implementar el TPM en una industria con el fin de mejorar su productividad. Empleando un diseño pre-experimental, descubrieron que los trabajadores carecían de conocimientos adecuados sobre los procedimientos de mantenimiento, tanto correctivos como preventivos, lo que resultaba en un mantenimiento subóptimo. Como consecuencia, la productividad de las máquinas y de las materias primas aumentó en 8,7 productos terminados por hora máquina total y 31,5 productos terminados por materia prima total, respectivamente, lo que benefició considerablemente a la empresa.

Obseso et al. (2020) se propusieron mejorar la productividad en una empresa

industrial mediante la implementación del TPM. Utilizando un diseño pre-experimental, identificaron que el sustancial problema que afectaba la productividad era el tiempo de inactividad de las máquinas en el área operativa, con un promedio de 30,7 horas, y que se requerían 5,2 horas adicionales para reparaciones en el área de mantenimiento. Como resultado de sus esfuerzos, la productividad laboral logró un aumento del 14%, un incremento del 16% en la productividad de las materias primas y un crecimiento del 20% en la productividad de las máquinas.

Flores et al (2023) con el objetivo principal de demostrar la eficacia del TPM para mejorar la productividad industrial. Utilizando diseños aplicados, cuantitativos y pre experimentales, los investigadores descubrieron que los pedidos de la empresa pesquera frecuentemente se entregaban más allá del plazo establecido, y los tiempos de entrega demoraban entre 5 y 10 días más de lo esperado. Este retraso se atribuyó a la baja disponibilidad de activos fijos, ya que los operadores de mantenimiento se centraron únicamente en medidas de mantenimiento correctivo en caso de mal funcionamiento de las máquinas, en lugar de establecer un programa de mantenimiento regular. Los resultados del estudio indicaron un incremento significativo del 13% en la productividad laboral, seguido de un aumento del 21% en las materias primas y, por último, un crecimiento del 17% en la productividad de la maquinaria, en comparación con el diagnóstico inicial realizado.

En lo que corresponde a las teorías vinculadas con el tema, se ha establecido que la variable independiente es el Mantenimiento Productivo Total (TPM), el cual, como señalan Espitia y Trujillo (2019, p. 32), se enfoca principalmente en mejorar la productividad en todos los niveles de la organización, desde los cargos directivos más altos hasta los empleados en roles operativos más bajos. Esta mejora conlleva a la disminución de los costos asociados con la producción, el mantenimiento y las reparaciones innecesarias de las máquinas.

Asimismo, Moreno y Calvillo (2018, p. 2) describen el TPM como un sistema fundamental que tiene como objetivo lograr la eficiencia global, mejorando equipos, maquinaria e instalaciones de producción, y reduciendo las inversiones necesarias para su mantenimiento. Montoya y Segura (2023) sugieren que TPM

es una estrategia que implica la mejora efectiva de los equipos mediante la implementación de mantenimiento productivo, involucrando a múltiples departamentos e individuos a través de actividades autónomas realizadas en pequeños grupos. Además, Solís y Torres (2021) argumentan que el TPM propone una metodología prescriptiva para su implementación, delineando los pasos necesarios que las empresas deben seguir para lograr los beneficios esperados.

En otro sentido, García et al. (2018, p. 124) sostienen que la metodología TPM se enfoca en cultivar una cultura organizacional que fomente la participación activa de todos los empleados en su desempeño laboral. A través de una formación integral, los trabajadores adquieren conocimientos sobre los procedimientos adecuados y correctos necesarios para las actividades de mantenimiento. Es relevante señalar que esta filosofía se originó en Japón. En contraste, Vega (2018, p. 98) destaca que el TPM no es una responsabilidad exclusiva de los trabajadores de mantenimiento, sino que involucra a todas las personas que forman parte del proceso productivo.

Morillo (2019, p. 58) describió de manera concisa el objetivo del TPM como maximizar el uso de las instalaciones, manteniendo a la maquinaria durante todo su ciclo de vida. De esta manera, este enfoque busca involucrar a todas las áreas de la organización, incentivando a los empleados a participar y asumir la responsabilidad del mantenimiento programado de sus respectivas actividades.

Según Cáceres y Gámez (2019), un plan TPM requiere el cumplimiento de cinco objetivos interconectados. Estos objetivos son esenciales para el desarrollo de un plan eficaz e incluyen lo siguiente: la optimización de la eficiencia del equipo. Estos pilares permiten la mejora continua dentro de las organizaciones que los implementan, lo que resulta en una mayor disponibilidad de activos fijos y una cultura basada en el mantenimiento preventivo que mantiene a los empleados comprometidos.

Para realizar esta investigación se seleccionará la mitad de los pilares, es decir, un total de 4 pilares. Los cuatro pilares en cuestión son los siguientes: El aspecto preliminar de este estudio está dirigido a mejorar áreas específicas de la organización, lo que se conoce como mejora dirigida. Este enfoque implica

reconocer las diversas necesidades y problemas que surgen dentro de la empresa para evitar el desperdicio de recursos disponibles que podrían utilizarse para crear procedimientos, sistemas y otros mecanismos más eficientes (Morillo, 2019, p. 101).

La tercera dimensión del mantenimiento implica utilizar el TPM como base para planificar todo el mantenimiento existente, con el objetivo de prevenir cualquier daño, degradación o falla de la maquinaria. Es fundamental contar con un equipo de empleados bien capacitados en sus respectivas tareas, ya que este es un factor clave para asegurar un excelente desempeño en todos los aspectos de la producción, como señalan Matos y Rubén (2020, p. 100).

El tema que nos ocupa es la variable dependiente, referente a la disponibilidad. De acuerdo con Liono (2019, p. 4), la disponibilidad se describe como la aptitud de contar con algo disponible cuando se requiere, siendo este el motivo principal que respalda la realización del mantenimiento. En consecuencia, al desarrollar un procedimiento para medir la disponibilidad, se puede valorar la eficacia de las labores de mantenimiento llevadas a cabo (García et al., 2018, p. 3).

En cuanto a la definición de "confiabilidad", varios autores han abordado este concepto. Bernal y Parra (2020), junto con Canahua (2021) y Cardona y Cabrera (2018), han coincidido en que la confiabilidad hace alusión a la probabilidad de que una máquina o equipo opere adecuadamente durante un intervalo determinado de tiempo en funcionamiento. En este sentido, se consideran las horas en las que el equipo está disponible para su uso, excluyendo aquellas dedicadas al mantenimiento correctivo. Además, la confiabilidad se vincula con la importancia crítica de una máquina para el trabajo; en situaciones donde una máquina es esencial, su disponibilidad puede ser menor que su capacidad original. La fórmula empleada para evaluar la confiabilidad implica dividir el número de fallas detectadas durante la producción por el total de horas de operación, lo que permite determinar el nivel de confiabilidad del equipo. Por otro lado, Viveros (2019) aborda la "mantenibilidad" como un atributo esencial de un elemento que está relacionado con su capacidad de reanudar la operación tras la ejecución de los procedimientos de mantenimiento necesarios.

En lo que respecta a la eficiencia general de los equipos (OEE), Vega (2018) lo

define como un indicador que evalúa el rendimiento de un equipo. Este indicador se calcula como el porcentaje de horas de trabajo programadas que realmente ejecuta la máquina, considerando la disponibilidad, rendimiento y calidad. El tiempo de funcionamiento real del equipo se conoce como rendimiento, mientras que el tiempo de funcionamiento efectivo se denomina calidad. El objetivo del OEE es alcanzar un nivel específico de eficiencia, donde un valor por debajo del 65% se considera inaceptable, entre el 65% y 75% es regular, por debajo del 85% es aceptable, y por debajo del 95% se considera bueno. Determinar la disponibilidad de las máquinas es fundamental para garantizar una óptima y adecuada utilización de los recursos de la empresa, permitiendo la implementación de medidas correctivas y preventivas según sea necesario.

En cuanto a la gestión del mantenimiento, el enfoque TPM se destaca por fomentar una cultura organizacional en la que todos los empleados asumen compromisos con sus tareas (Márquez & Mora, 2022). Este compromiso se refuerza a través de capacitaciones que aseguran que los trabajadores estén familiarizados con los procedimientos apropiados para las labores de mantenimiento. La gestión del mantenimiento preventivo, según Montoya y Segura (2023), se fundamenta en la mejora continua de los equipos, involucrando a varios departamentos y promoviendo el trabajo en equipo. Asimismo, Solís y Torres (2021) sugieren que la gestión del mantenimiento preventivo abarca una estrategia de implementación detallada que describe los pasos esenciales para optimizar los procesos y alcanzar los resultados deseados. En la actualidad, esta gestión se ha convertido en uno de los principales mecanismos para alcanzar eficiencia y competitividad, demandando el cumplimiento de estándares de calidad, tiempos de producción y costos. A menudo, se requiere una integración con la Gestión de Calidad Total, la cual persigue la mejora continua de la eficacia de los procesos y métodos de producción (Rayme & Díaz, 2021).

En términos de productividad, Muñoz Choque (2021) destaca que este concepto se refiere a las mejoras implementadas en cualquier esfuerzo empresarial y a la correlación entre el tiempo dedicado y los resultados requeridos para alcanzar el éxito. El tiempo, al ser un factor invariable y esencial para medir la productividad, se convierte en un elemento crucial en la determinación de la misma.

Según Espíndola y sus colegas en 2017, se puede clasificar el concepto de productividad en dos categorías principales. Una de ellas es la productividad parcial, la cual hace referencia a la relación entre la cantidad total de bienes o servicios producidos y los recursos empleados en el proceso de producción, como materias primas, mano de obra, maquinaria o capital. Por otro lado, la productividad global abarca todos los recursos utilizados, integrando todos los factores relevantes considerados como inversiones de trabajo y capital. Asimismo, la productividad de las materias primas se enfoca en optimizar la eficiencia del proceso productivo, identificando los recursos empleados y evaluando la producción de bienes y servicios en comparación.

Se ha establecido que la productividad es un elemento fundamental para el éxito de cualquier economía, ya que garantiza la disponibilidad de productos en el mercado. Esto, a su vez, sirve como indicador de qué tan eficientemente una empresa ha aprovechado sus recursos a lo largo del tiempo, incluyendo mejoras en los procesos de producción que resultan en una mayor efectividad del producto. Para calcular la productividad, es esencial tener un entendimiento claro de cómo la eficiencia y la eficacia de los procesos se relacionan, ya que ambas se combinan para lograr el porcentaje óptimo (Moreira, 2022).

Para abordar la baja productividad, se evaluarán dos dimensiones clave: eficiencia y eficacia. Se considerarán métricas relacionadas con estas dimensiones, como el tiempo de mantenimiento y el mantenimiento realizado, respectivamente. Para calcular la productividad, se puede emplear un cociente donde el numerador represente la cantidad de producto fabricado y el denominador haga referencia a los recursos utilizados, como horas-hombre, horas-máquina o suelas de zapatos. Es relevante destacar que la productividad puede analizarse en términos de fuerza laboral, factores materiales, horas-hombre y factores máquina. En este contexto, se evaluará tanto la productividad de la materia prima como la productividad de la máquina. La productividad de la materia prima se calcula dividiendo la producción total entre la cantidad de materia prima utilizada en el proceso. Por otro lado, la productividad de la máquina se determina dividiendo el tiempo de utilización de la máquina entre el volumen de producción durante un día laborable (Cueva y Rodríguez, 2020).

III. METODOLOGÍA

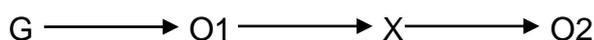
3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

3.1.2. La investigación fue de tipo aplicado, ya que se utilizaron teorías previamente comprobadas, como el TPM y la productividad (Hernández et al., 2017). Además, el enfoque de investigación fue cuantitativo, dado que los resultados obtenidos se representaron mediante valores numéricos (Hernández et al., 2017).

3.1.3. Diseño de investigación

El diseño del presente estudio fue de tipo pre-experimental, lo que implicó una manipulación moderada del TPM (variable independiente) para evaluar su impacto sobre la productividad (variable dependiente) (Hernández et al., 2017).



Dónde:

G = Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C.

O1 = Productividad inicial (PRE PRUEBA).

X = TPM (ESTÍMULO)

O2 = Productividad final (POST PRUEBA).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: TPM

Definición conceptual: Según Montoya y Segura (2023), el TPM es una estrategia para mejorar eficazmente los equipos, que implica implementar un mantenimiento productivo en múltiples departamentos, involucrar a los trabajadores y promoverlo a través de actividades autónomas realizadas en pequeños grupos.

Definición operacional: Según Salas (2022), el TPM contribuye a anticipar fallas en los equipos, mejorar su confiabilidad y aumentar la productividad mediante mejoras focalizadas, capacitaciones, cumplimiento de normas y

optimización de la eficiencia.

Dimensiones: Diagnóstico situacional. Mantenimiento autónomo. Mantenimiento planificado. Capacitación. OEE (Eficiencia Global de los equipos)

Indicadores: Las fórmulas correspondientes a los indicadores se detallan en el anexo 1.

Escala de medición: razón

Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual: El concepto de producción, según (Muñoz, 2021), abarca una amplia gama de ideas, pero en esencia se ocupa de la conexión entre el calibre de los bienes/servicios y la cantidad de recursos utilizados en su creación.

Definición operacional: Según Sierra et al. (2018), se refiere a la relación entre lo que una empresa produce, ya sea un producto o servicio, y los recursos empleados para alcanzar los objetivos establecidos.

Dimensiones: Productividad de hora máquina. Productividad de materia prima. Productividad de la hora hombre. Productividad multifactorial

Indicadores: las fórmulas de los indicadores se muestran en el anexo 1.

Escala de medición: razón

La tabla del Anexo 1 presenta la estructura detallada de las variables y sus definiciones operativas. Esta matriz proporciona un marco coherente para comprender y aplicar los conceptos clave de la investigación.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

De acuerdo con Robles (2019), la población en un estudio se define como el conjunto de elementos esenciales para obtener la información requerida para el avance científico. En el marco de este estudio, la población estuvo compuesta por un total de 16 máquinas pertenecientes a la corporación Molino San Francisco.

- **Criterios de inclusión:** Se incluyó como estudio a todas las máquinas del

molino.

- **Criterios de exclusión:** Se excluyó todas aquellas máquinas que no están relacionadas con el molino de arroz

3.3.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por las 10 máquinas que son de mayor uso dentro del molino, los cuales fueron descascaradora, zaranda, depredadora, cilindro clasificador, selectora – Bühler, cilindro mezclador, tolva, pulidora, calibradores y ventilador de pajilla.

3.3.3. Muestreo

Según Hernández (2021), existen dos tipos de muestreo: probabilístico y no probabilístico. Este último implica la selección de una muestra basada en los criterios del evaluador, con una justificación adecuada del enfoque elegido. En este caso particular, se seleccionó una muestra no probabilística por conveniencia. Los autores creían que el número de máquinas se podía gestionar en su totalidad, lo que la convertía en una opción adecuada.

3.3.4. Unidad de análisis

El enfoque del estudio se centró en las máquinas del molino.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En este estudio, se emplearon las siguientes técnicas para la recopilación de datos:

Análisis de Documentos: A través de esta técnica se recopilaron datos históricos, que ayudaron a diagnosticar el estado situacional actual de la corporación Molino San Francisco.

Observación directa: Esta técnica tuvo como objetivo recopilar información sobre el diagnóstico situacional a través de la inspección visual

Encuesta: Esta técnica está diseñada para administrar cuestionarios a una muestra de investigación y obtener información relevante para resolver el problema identificado.

Asimismo, los instrumentos utilizados en esta investigación, fueron los siguientes:

Cuestionario: Esta herramienta permite obtener las opiniones de los colaboradores respecto a las variables de estudio.

Hoja de Recolección: Su propósito fue recopilar toda la información pertinente para generar resultados precisos.

Lista de verificación: Diseñado para determinar inicialmente el grado de cumplimiento de las variables.

Finalmente, la validez se refiere al grado en que un instrumento mide lo que pretende medir, en función de su aplicabilidad. Además, en este estudio, se verificará el juicio de expertos mediante la evaluación realizada por tres ingenieros industriales.

La confiabilidad de los instrumentos se presenta en el anexo 3, donde se detalla el cuestionario utilizado. El coeficiente alfa de Cronbach resultó ser 0.89, lo que indica un alto nivel de confiabilidad.

3.5. Procedimientos

Para alcanzar el primer objetivo, se administró un cuestionario al jefe de producción con el propósito de identificar las causas de la baja productividad. A continuación, se llevó a cabo una evaluación en el área de mantenimiento para analizar su gestión. Posteriormente, todas estas causas fueron recopiladas en un diagrama de Ishikawa y se empleó un diagrama de Pareto para destacar las causas principales. Además, se procedió a determinar la disponibilidad de las máquinas, el rendimiento del molino y la calidad de los productos, con el objetivo de calcular la eficiencia general de los equipos.

En relación con el segundo objetivo, se calculó inicialmente la productividad de la maquinaria, la mano de obra y la materia prima, a fin de determinar la productividad multifactorial y aplicar mejoras en el molino. Para cumplir con el tercer objetivo, se implementó el TPM, aplicando los pilares de mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado y programas de capacitación.

En el contexto de la investigación científica, es crucial incorporar el análisis estadístico para fundamentar las conclusiones. El uso de métodos estadísticos

es esencial para evaluar objetivamente los datos recopilados y obtener resultados confiables. Estos cálculos matemáticos permiten cuantificar y validar los hallazgos, otorgando solidez a las interpretaciones y recomendaciones derivadas de la investigación.

Método de análisis de datos

Según Álvarez y Barreda (2020), la estadística descriptiva implica el análisis de datos cuantitativos para comprender sus características. En el presente estudio, los datos de la producción previa y posterior a la prueba se analizaron ingresándolos en un software estadístico y calculando valores como la desviación estándar, la media y el rango. Este proceso permitió una mejor comprensión del comportamiento de los datos, que se ilustró con más detalle mediante gráficos interpretativos. La estadística inferencial se refiere al proceso de utilizar construcciones numéricas para extraer inducciones a partir de los datos ingresados. Estas inducciones son vitales para establecer las conclusiones de cualquier estudio.

3.6. Aspectos éticos

Según Álvarez (2018), las consideraciones éticas en la investigación se refieren a los diversos parámetros que debe cumplir un autor para mantener la integridad del estudio y proteger a todos los participantes involucrados. Estos aspectos éticos son cruciales para defender los principios éticos que deben guiar cualquier investigación científica. La investigación en cuestión tendrá en cuenta las siguientes consideraciones éticas: Principio de autonomía: todos los involucrados en la investigación presentarán decisión propia sobre las acciones que se toman en el desarrollo del proyecto de investigación, siendo capaces de discernir sobre su participación continua o parcial en la misma. Principio de no maleficencia: los involucrados en la investigación no serán puestos en riesgo bajo ninguna circunstancia de aplicación sobre las herramientas implementadas en la investigación.

Principio de beneficencia: La investigación específica que cualquier información recopilada durante la investigación se utilizará únicamente con fines académicos y únicamente con el permiso expreso de la empresa. El beneficio de este acuerdo es evidente. Principio de justicia: todos los involucrados en

cuanto a la población de estudio y la investigación en general recibirán la misma consideración de análisis por igual, todo ello con el objetivo de obtener información transparente y verás sobre lo implementado.

IV. RESULTADOS

4.1. Diagnosticar la situación actual

En este punto se procedió a diagnosticar la situación actual de la empresa el molino.

Análisis cuestionario estructurado

El supervisor de mantenimiento del molino admitió las debilidades en el sistema de mantenimiento (consulte el Anexo 18). Reconoció la carencia de procedimientos de limpieza para los equipos utilizados en el área de mantenimiento, lo que dificultaba realizar esa tarea de manera efectiva. Asimismo, el gerente de mantenimiento indicó que la mayor parte del trabajo de mantenimiento se llevaba a cabo directamente en las máquinas, lo que implicaba que el mantenimiento sólo se realizaba cuando las máquinas se detenían inesperadamente.

Análisis del check list

Tabla 2. *Resumen del análisis del check list*

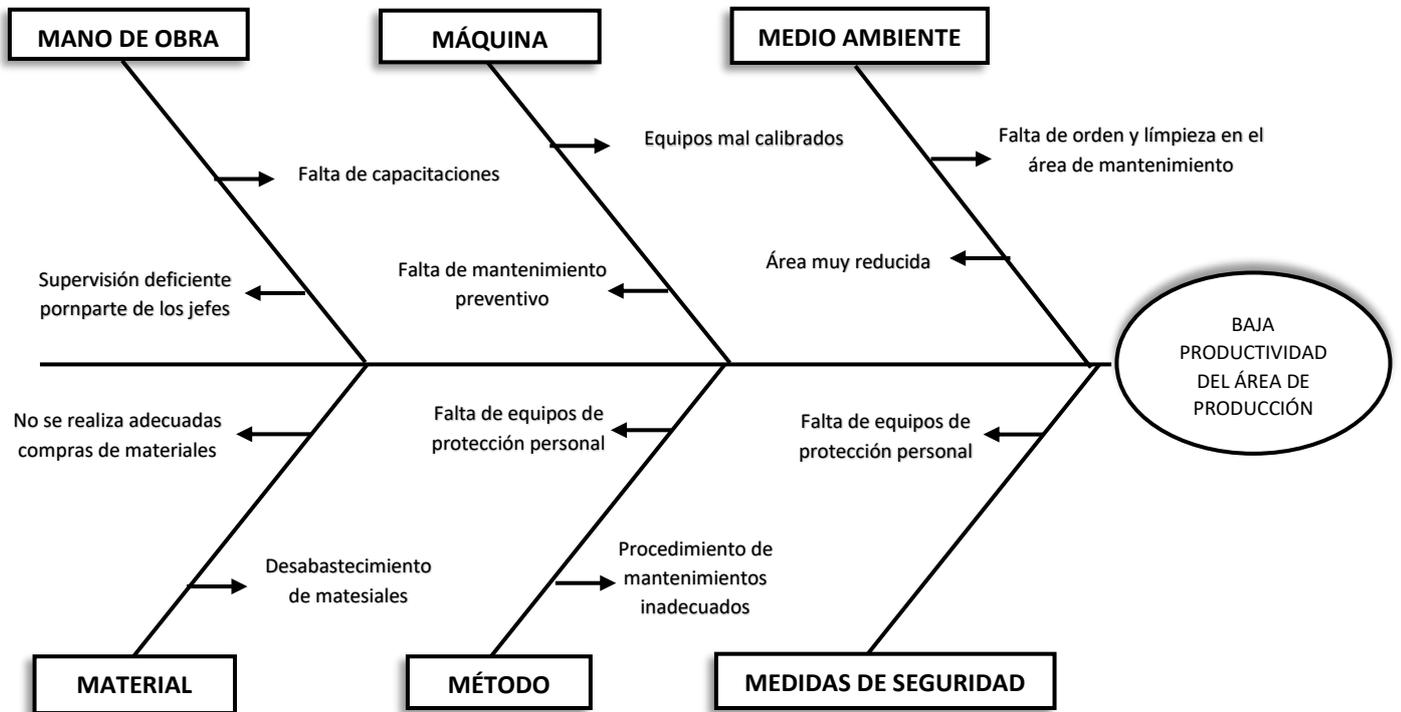
Respuesta	# de respuestas	%
Si cumple	18	45%
No cumple	22	55%
Total	40	100%

Fuente: datos obtenidos del anexo 19.

Los datos presentados en la Tabla 2 indican que la empresa solo ha completado el 45% de los elementos de mantenimiento enumerados, dejando el 55% sin terminar. Estos datos sugieren que la empresa no está totalmente comprometida con el cumplimiento del plan de conservación y que la fábrica no prioriza la conservación de su maquinaria.

Análisis del diagrama de Ishikawa

Figura 1. Diagrama de Ishikawa realizado en el molino.



Fuente: elaboración propia.

El problema señalado en la Figura 1 surge de una supervisión inadecuada por parte del líder y una capacitación insuficiente de los empleados. La falta de formación impide que los trabajadores obtengan retroalimentación sobre sus conocimientos. Además, se observa un problema evidente en el aspecto físico, donde la ausencia de un plan de suministro de materiales provoca desorden y deterioro en los mismos. Esta situación se origina en la falta de implementación de la metodología 5S por parte de la empresa, lo que resulta en la carencia de orden y clasificación de los materiales.

En relación a los métodos de mantenimiento, la inexistencia de un software dedicado para llevar a cabo un mantenimiento preventivo o sistemático, además del correctivo, es notable. Esto implica que los empleados deben depender únicamente de su experiencia individual para realizar las labores de mantenimiento. La falta de un plan de mantenimiento adecuado para las

máquinas reduce significativamente el tiempo disponible para que el equipo cumpla con sus responsabilidades. Asimismo, se ha reportado que hay una cantidad limitada de espacio para llevar a cabo tareas de mantenimiento en el lugar de trabajo, lo que resulta en una mayor incidencia de piezas faltantes. Esta situación suele ocasionar demoras en las labores y, por consiguiente, retrasos en la entrega de pedidos.

Análisis del diagrama de Pareto.

La frecuencia obtenida para realizar el diagrama de Pareto fue gracias a los reportes brindados por el jefe de mantenimiento, quien en el anexo 20, se visualiza los reportes brindados por el área de mantenimiento, esta frecuencia fue hallada durante el periodo 2022.

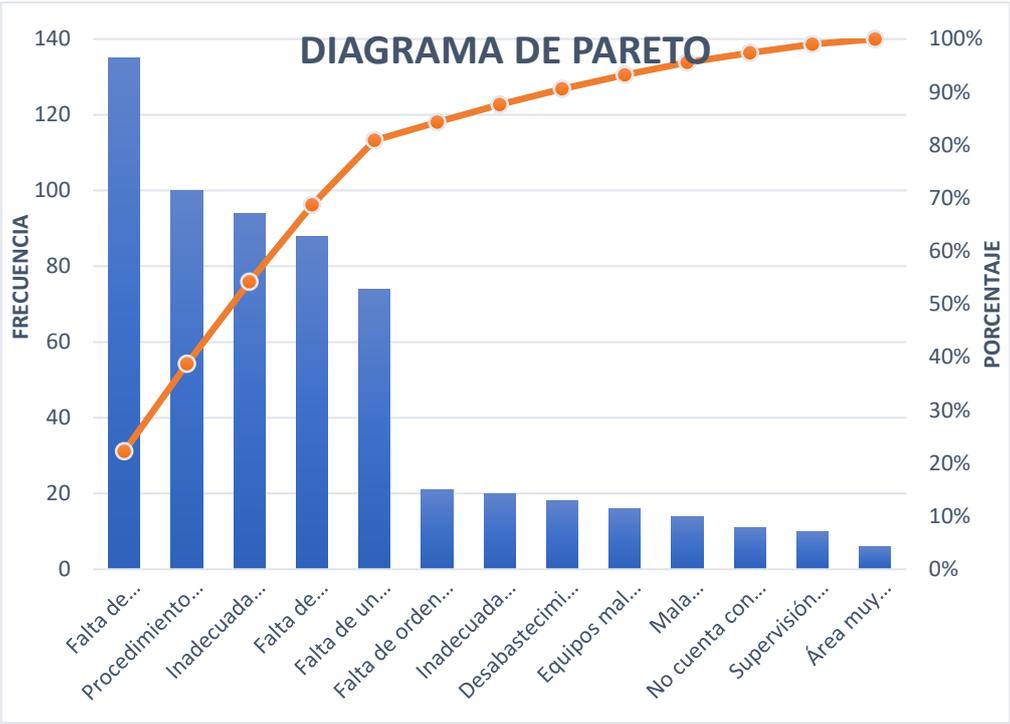


Figura 2. Diagrama de Pareto realizado en el molino.

Fuente: elaboración propia (Anexo 20).

La figura 2 revela que existen cuatro causas fundamentales que dan lugar al problema de baja productividad en el molino. Estas causas subyacentes son las que en última instancia propician dicha situación problemática.

Análisis inicial de la disponibilidad del molino

Tabla 3. Disponibilidad de máquinas inicial.

Mes	Máquina	Tiempo operativo mensual (horas)	Tiempo planificado de producción mensual (horas)	Disponibilidad (%)
Ene-23	Descascaradora	159	178	89.3%
	Saranda	165	188	87.8%
	Despredadora	168	191	88.0%
	Cilindro Clasificador	154	188	81.9%
	Selectora - buhler	153	181	84.5%
	Cilindro mezclador	157	184	85.3%
	Tolva	156	179	87.2%
	Pulidora	162	178	91.0%
	Calibradores	157	186	84.4%
	Ventilador de Pajilla	156	190	82.1%
Feb-23	Descascaradora	151	186	81.2%
	Saranda	161	189	85.2%
	Despredadora	150	186	80.6%
	Cilindro Clasificador	150	191	78.5%
	Selectora - buhler	165	189	87.3%
	Cilindro mezclador	166	189	87.8%
	Tolva	156	186	83.9%
	Pulidora	165	192	85.9%
	Calibradores	160	179	89.4%
	Ventilador de Pajilla	159	179	88.8%
Mar-23	Descascaradora	152	186	81.7%
	Saranda	152	188	80.9%
	Despredadora	153	186	82.3%
	Cilindro Clasificador	162	180	90.0%
	Selectora - buhler	162	181	89.5%
	Cilindro mezclador	152	183	83.1%
	Tolva	162	183	88.5%
	Pulidora	165	189	87.3%
	Calibradores	160	179	89.4%
	Ventilador de Pajilla	153	191	80.1%
Promedio inicial				85.4%

Fuente: datos obtenidos del molino.

En la tabla 3, se indica que el promedio de disponibilidad de las máquinas evaluadas durante los meses de enero a marzo de 2023 fue del 85.4%. Esto

significa que, de cada 100 horas de trabajo, solo 85.4 horas las máquinas se encontraban disponibles para realizar tareas, mientras que el resto del tiempo se dedicaba a labores de mantenimiento correctivo.

Análisis inicial del rendimiento del molino

Tabla 4. *Rendimiento del molino inicial.*

Mes	Semana	Producción real (sacos)	Producción programada (sacos)	Rendimiento (%)
Ene-23	S1	2821	3579	78.8%
	S2	2988	3505	85.2%
	S3	2912	3522	82.7%
	S4	2949	3556	82.9%
Feb-23	S1	3028	3564	85.0%
	S2	2973	3567	83.3%
	S3	2943	3521	83.6%
	S4	2961	3554	83.3%
Mar-23	S1	2838	3510	80.9%
	S2	3035	3556	85.3%
	S3	3071	3528	87.0%
	S4	2995	3570	83.9%
Promedio inicial				83.5%

Fuente: datos obtenidos del molino.

En el reporte de enero a marzo del 2023, el desempeño del molino alcanzó un promedio del 83.5%. Esto significa que, de cada 100 pedidos programados, solo

83.5 se entregaron a tiempo, mientras que el resto no se cumplieron dentro del plazo establecido.

Análisis inicial de la calidad del molino

Tabla 5. *Calidad del molino inicial.*

Mes	Semana	# de sacos conformes	# de sacos producidas	Calidad (%)
Ene-23	S1	2510	2821	89.0%
	S2	2488	2988	83.3%
	S3	2582	2912	88.7%
	S4	2575	2949	87.3%
Feb-23	S1	2624	3028	86.7%
	S2	2499	2973	84.1%
	S3	2464	2943	83.7%
	S4	2463	2961	83.2%
Mar-23	S1	2453	2838	86.4%
	S2	2631	3035	86.7%
	S3	2767	3071	90.1%
	S4	2619	2995	87.4%
Promedio inicial				86.4%

Fuente: datos obtenidos del molino.

En la tabla 5, se refleja la eficiencia del molino durante los meses de enero a marzo de 2023, con un promedio del 86.4%. Esto significa que, de cada 100 sacos procesados, únicamente 86.4 cumplen con los estándares establecidos, mientras que el resto no logra satisfacer los requisitos requeridos.

Análisis inicial de la eficiencia global del molino

Tabla 6. OEE del molino inicial.

Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
85.4%	83.5%	86.4%	61.6%

Fuente: datos obtenidos de la tabla 4, 5 y 6 (ver anexo 21).

En la tabla 6, se observa que la eficiencia general inicial de los equipos (OEE) se sitúa en el 61.6%. Según los estándares de evaluación del OEE descritos en el anexo 21, este rendimiento se clasifica como regular. Esto sugiere que la empresa está experimentando pérdidas económicas, una condición que solo sería aceptable si se está trabajando en un proceso de mejora continua.

4.2. Determinar la productividad inicial

Luego de haber analizado la situación actual del molino, se determinó la productividad inicial.

Análisis inicial de la productividad de máquina

Tabla 7. Productividad inicial de hora máquina.

Mes	Semana	Producción	# horas máquinas	Productividad de máquina (sacos / hora máquina)
Ene-23	S1	2821	550	5.13
	S2	2988	513	5.82
	S3	2912	512	5.69
	S4	2949	575	5.13
Feb-23	S1	3028	535	5.66
	S2	2973	556	5.35
	S3	2943	575	5.12
	S4	2961	583	5.08
Mar-23	S1	2838	554	5.12
	S2	3035	574	5.29
	S3	3071	536	5.73

S4	2995	584	5.13
Promedio inicial			5.35

Fuente: datos obtenidos del molino.

En la tabla 7 se presenta que la productividad inicial de hora máquina analizada durante el periodo de enero a marzo de 2023 fue de 5.35 sacos por hora máquina. Este dato refleja que, en promedio, se producen 5.35 sacos por cada hora máquina trabajada en el área de producción del molino.

Análisis inicial de la productividad de materia prima

Tabla 8. *Productividad inicial de materia prima.*

Mes	Semana	Producción	TN de materia prima	Productividad de materia prima (sacos / TN de materia prima)
Ene-23	S1	2821	30	94.03
	S2	2988	36	83.00
	S3	2912	38	76.63
	S4	2949	40	73.73
Feb-23	S1	3028	34	89.06
	S2	2973	40	74.33
	S3	2943	32	91.97
	S4	2961	36	82.25
Mar-23	S1	2838	38	74.68
	S2	3035	39	77.82
	S3	3071	40	76.78
	S4	2995	37	80.95
Promedio inicial				81.27

Fuente: datos obtenidos del molino.

En la tabla 8 se evidencia que la productividad inicial de materia prima analizada durante el periodo de enero a marzo de 2023 fue de 81.27 sacos por tonelada de materia prima. Este dato señala que, en promedio, se producen 81.27 sacos por cada tonelada de materia prima procesada en el molino. Dicho valor se considera relativamente bajo, ya que la meta establecida por el molino es producir 84 sacos por cada tonelada de materia prima.

Análisis inicial de la productividad de mano de obra

Tabla 9. *Productividad inicial de mano de obra.*

Mes	Semana	Producción	# de horas hombre	Productividad de mano de obra (sacos / hora hombre)
Ene-23	S1	2821	336	8.40
	S2	2988	363	8.23
	S3	2912	352	8.27
	S4	2949	349	8.45
Feb-23	S1	3028	387	7.82
	S2	2973	326	9.12
	S3	2943	387	7.60
	S4	2961	373	7.94
Mar-23	S1	2838	326	8.71
	S2	3035	339	8.95
	S3	3071	377	8.15
	S4	2995	330	9.08

Promedio inicial

8.39

Fuente: datos obtenidos del molino.

En la tabla 9, se puede observar que la productividad inicial de los trabajadores, medida durante los meses de enero a marzo de 2023, fue de 8.39 sacos por hora hombre. Esto significa que, en promedio, cada hora de trabajo del personal del molino genera 8.39 sacos de producción. Lamentablemente, este nivel de productividad se considera muy bajo, ya que la meta establecida por la empresa es alcanzar una producción de 10 sacos por hora hombre.

Análisis inicial de la productividad de mano de obra

Tabla 10. *Productividad multifactorial inicial.*

Mes	Semana	Productividad de máquina (sacos / hora máquina)	Productividad de materia prima (sacos / TN de materia prima)	Productividad de mano de obra (sacos / hora hombre)	Producción (sacos)	Productividad multifactorial
Ene-23	S1	5.13	94.03	8.40	2821	26.23
	S2	5.82	83.00	8.23	2988	30.79
	S3	5.69	76.63	8.27	2912	32.14
	S4	5.13	73.73	8.45	2949	33.78
Feb-23	S1	5.66	89.06	7.82	3028	29.53
	S2	5.35	74.33	9.12	2973	33.48
	S3	5.12	91.97	7.60	2943	28.11
	S4	5.08	82.25	7.94	2961	31.08
Mar-23	S1	5.12	74.68	8.71	2838	32.06
	S2	5.29	77.82	8.95	3035	32.97
	S3	5.73	76.78	8.15	3071	33.88
	S4	5.13	80.95	9.08	2995	31.48
Promedio		5.35	81.27	8.39	2960	31.29

Fuente: datos obtenidos de la tabla 8, 9 y 10.

En la Tabla 10, se observa que la eficiencia inicial del molino, considerando múltiples factores, fue de 31.29. Esto quiere decir que, por cada elemento utilizado (maquinaria, mano de obra, materias primas), en promedio se obtuvo una producción de 31.29 sacos.

4.3. Aplicar el TPM en el Molino Agroindustrial San Francisco SAC

Luego de analizar la situación presente de la molinera, se decidió implementar el TPM con el objetivo de incrementar su productividad.

IMPLEMENTACIÓN DE PILAR 1, MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Se escogieron cuidadosamente los materiales que estaban en buenas condiciones para su uso, mientras que los que no se encontraban en un estado adecuado fueron desechados (documento adjunto 23).

Tabla 11. Descripción de la implementación de la metodología 6S.

Metodología 6S	Descripción
1 S: Clasificación	Se escogieron cuidadosamente los materiales que estaban en buenas condiciones para su uso, mientras que los que no se encontraban en un estado adecuado fueron desechados (documento adjunto 23).
2 S: Ordenar	Una vez identificados los mejores materiales, se agruparon por familias, siguiendo su clasificación correspondiente (anexo 23).
3 S: Limpiar	Luego de haber organizado, se llevó a cabo una profunda labor de limpieza dentro de la zona de producción (anexo 23).
4 S: Estandarizar	Una vez finalizada la limpieza, se procedió a organizar los materiales de manera más eficiente. Se les asignaron códigos específicos para facilitar su ubicación y acceso en futuras ocasiones (ver anexo 23).
5 S: Disciplina	En esta última fase, se llevaron a cabo capacitaciones al personal operativo para asegurar la mejora continua y el mantenimiento de las 6S (véase el anexo 24).

6S: Seguridad

Se proporcionó a los empleados del molino el equipo de seguridad necesario para protegerse (anexo 23).

Fuente: elaboración propia (ver anexo 23).

En base a lo descrito, se procedió a diseñar el nuevo layout físico del área de producción, el cual se muestra a continuación.

“En el anexo 26 se encuentra la imagen como quedo el nuevo diseño del área de producción”

IMPLEMENTACIÓN DE PILAR 2, CAPACITACIONES

En este punto, se estableció un programa de formación para el personal operativo de la empresa de productos congelados, con el objetivo de familiarizar al personal con los beneficios de los temas de calidad.

Tabla 12. *Resumen de las capacitaciones.*

Temas de capacitación	% de cumplimiento de la capacitación
Introducción a la mejora continua	100%
Correcto método de trabajo en el envasado	100%
Inocuidad	100%
Metodología 6S	100%
Plan de mantenimiento	100%
Plan de calibración de máquinas	100%
Diagrama bimanual	100%
Pronósticos de ventas	100%

Fuente: elaboración propia (ver anexo 24).

El cronograma de capacitaciones realizado de abril a septiembre de 2023 se detalla en el anexo 24, donde se puede observar en la tabla 12 que se logró cumplir satisfactoriamente al 100% con cada una de las capacitaciones programadas sobre los temas mencionados.

IMPLEMENTACIÓN DE PILAR 3, MANTENIMIENTO PLANIFICADO

Se implementó un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas utilizadas en el área de producción, dado que es el sector que enfrenta más interrupciones no programadas. El cronograma detallado de mantenimiento preventivo para todas las máquinas empleadas en la elaboración de arroz se encuentra en el Anexo 25, y la siguiente tabla brinda un resumen del mantenimiento planificado.

Tabla 13. Programa de mantenimiento preventivo de maquinaria en el molino.

Máquina	Cumplimiento del mantenimiento preventivo					
	May-23	Jun-23	Jul-23	Ago-23	Set-23	Oct-23
Descascaradora	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Saranda	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Despredadora	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Cilindro Clasificador	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Selectora - buhler	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Cilindro mezclador	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tolva	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pulidora	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Calibradores	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Ventilador de Pajilla	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Promedio	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: datos obtenidos del anexo 25.

En el Anexo 25 se detallan exhaustivamente todos los procedimientos preventivos aplicados a las herramientas de la empresa. Además, la tabla 13 resume el cumplimiento del programa de mantenimiento al 100%, lo que ha resultado en un notable incremento en la operatividad de los equipos.

El diagrama de proceso visualizado en la figura 4 muestra las modificaciones realizadas después de llevar a cabo el mantenimiento preventivo en las máquinas de la empresa, centrándose especialmente en el molino de arroz. Como resultado, se ha optimizado el sistema de mantenimiento, lo que ha permitido que la descascadora opere dentro de los parámetros de eficiencia esperados. Esta mejora se ha reflejado en un notable incremento en la disponibilidad del equipo.

En el Anexo 27 se puede consultar la imagen que representa el estado del área de producción después de haber completado el mantenimiento preventivo en cada una de las máquinas.

4.4. Realizar un análisis estadístico

Luego de implantar el TPM en la empresa molinera de arroz, se llevó a cabo una evaluación para determinar los nuevos niveles de productividad alcanzados.

Análisis final de la disponibilidad del molino

Tabla 14. Disponibilidad de máquinas final.

Mes	Máquina	Tiempo operativo mensual (horas)	Tiempo planificado de producción mensual (horas)	Disponibilidad (%)
Ago-23	Descascaradora	169	175	96.6%
	Saranda	182	185	98.4%
	Despredadora	184	190	96.8%
	Cilindro Clasificador	179	184	97.3%
	Selectora - buhler	177	179	98.9%
	Cilindro mezclador	175	181	96.7%
	Tolva	174	178	97.8%
	Pulidora	170	175	97.1%
	Calibradores	179	182	98.4%
	Ventilador de Pajilla	183	186	98.4%
Set-23	Descascaradora	182	185	98.4%
	Saranda	183	185	98.9%
	Despredadora	179	182	98.4%
	Cilindro Clasificador	183	188	97.3%
	Selectora - buhler	185	188	98.4%
	Cilindro mezclador	183	187	97.9%
	Tolva	177	184	96.2%
	Pulidora	181	188	96.3%
	Calibradores	173	175	98.9%
	Ventilador de Pajilla	170	176	96.6%
Oct-23	Descascaradora	178	185	96.2%
	Saranda	183	187	97.9%
	Despredadora	183	185	98.9%
	Cilindro Clasificador	172	176	97.7%
	Selectora - buhler	177	180	98.3%
	Cilindro mezclador	177	181	97.8%
	Tolva	178	180	98.9%
	Pulidora	179	185	96.8%
	Calibradores	168	175	96.0%
	Ventilador de Pajilla	181	187	96.8%
Promedio final				97.6%

Fuente: datos obtenidos del molino.

En la tabla 14, se presenta el promedio de disponibilidad de las máquinas examinadas durante los meses de agosto a octubre del 2023, el cual alcanzó un 97.6%. Esto significa que, de cada 100 horas de trabajo, solo 97.6 horas están realmente disponibles para la realización de tareas, mientras que el resto del tiempo se destina a labores de mantenimiento correctivo.

Análisis final del rendimiento del molino

Tabla 15. *Rendimiento del molino final.*

Mes	Semana	Producción real (sacos)	Producción programada (sacos)	Rendimiento (%)
Ago-23	S1	3513	3768	93.2%
	S2	3501	3675	95.3%
	S3	3480	3639	95.6%
	S4	3475	3735	93.0%
Set-23	S1	3421	3695	92.6%
	S2	3541	3763	94.1%
	S3	3393	3686	92.1%
	S4	3512	3677	95.5%
Oct-23	S1	3497	3680	95.0%
	S2	3489	3683	94.7%
	S3	3495	3727	93.8%
	S4	3527	3711	95.0%
Promedio final				94.2%

Fuente: datos obtenidos del molino.

En la tabla 15 se muestra el rendimiento del molino evaluado del mes de agosto a octubre del 2023, el cual en promedio fue de 94.2%, lo que representa que por cada 100 pedidos programados que tuvo la empresa por atender, solo 94.2 pedidos se llegan a cumplir a tiempo, mientras que los demás pedidos no se cumplen a tiempo.

Análisis final de la calidad del molino

Tabla 16. *Calidad del molino final.*

Mes	Semana	# de sacos conformes	# de sacos producidas	Calidad (%)
Ago-23	S1	3363	3513	95.7%
	S2	3390	3501	96.8%
	S3	3260	3480	93.7%
	S4	3286	3475	94.6%
Set-23	S1	3309	3421	96.7%
	S2	3350	3541	94.6%
	S3	3219	3393	94.9%
	S4	3376	3512	96.1%
Oct-23	S1	3269	3497	93.5%
	S2	3344	3489	95.8%
	S3	3311	3495	94.7%
	S4	3396	3527	96.3%
Promedio final				95.3%

Fuente: datos obtenidos del molino.

En la tabla 16 se muestra la calidad del molino, evaluada del mes de agosto a octubre del 2023, el cual en promedio fue de 95.3%, lo que indica que, por cada 100 sacos producidos dentro del molino, solo 95.3 sacos salen conformes, mientras que los demás sacos no cumplen con los requisitos exigidos.

Análisis final de la eficiencia global del molino

Tabla 17. *OEE del molino final.*

Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
97.6%	94.2%	95.3%	87.6%

Fuente: datos obtenidos de la tabla 15, 16 y 17 (ver anexo 21).

En la Tabla 17, se observa que el Rendimiento General del Equipo (OEE) alcanzó un valor final del 87.6%. Según los criterios de evaluación del OEE que se detallan en el Anexo 21, esto indica que el OEE del molino se clasifica como de "Buena Competitividad", lo que significa que se ha entrado en el rango de valores considerados de "World Class"

Análisis final de la productividad de máquina

Tabla 18. Productividad final de hora máquina.

Mes	Semana	Producción	# horas máquinas	Productividad de máquina (sacos / hora máquina)
Ago-23	S1	3513	481	7.30
	S2	3501	467	7.50
	S3	3480	456	7.63
	S4	3475	479	7.25
Set-23	S1	3421	491	6.97
	S2	3541	467	7.58
	S3	3393	479	7.08
	S4	3512	474	7.41
Oct-23	S1	3497	454	7.70
	S2	3489	480	7.27
	S3	3495	455	7.68
	S4	3527	466	7.57
Promedio final				7.41

Fuente: datos obtenidos del molino.

En la tabla 18, se observa que, durante los meses de agosto a octubre del 2023, la productividad final por hora máquina fue de 7.41 sacos. Esto significa que, en promedio, cada hora de trabajo en el área de producción del molino genera la elaboración de 7.41 sacos.

Análisis final de la productividad de materia prima

Tabla 19. Productividad final de materia prima.

Mes	Semana	Producción	Tn de materia prima	Productividad de máquina (sacos / TN de materia prima)
Ago-23	S1	3513	40	87.83
	S2	3501	39	89.77
	S3	3480	38	91.58
	S4	3475	43	80.81
Set-23	S1	3421	42	81.45
	S2	3541	41	86.37
	S3	3393	41	82.76
	S4	3512	40	87.80
Oct-23	S1	3497	37	94.51
	S2	3489	37	94.30
	S3	3495	35	99.86
	S4	3527	43	82.02
Promedio final				88.25

Fuente: datos obtenidos del molino.

En la tabla 19 se muestra que durante los meses de agosto a octubre de 2023, la productividad final de materia prima alcanzó un promedio de 88.25 sacos por tonelada. Esto indica que, en promedio, por cada tonelada de materia prima procesada en el molino, se obtienen 88.25 sacos de producto final. Este rendimiento supera la meta fijada por el molino, que era de 84 sacos por tonelada de materia prima, lo cual es considerado como un indicador altamente positivo.

Análisis final de la productividad de mano de obra

Tabla 20. Productividad final de mano de obra.

Mes	Semana	Producción	# de horas hombre	Productividad de mano de obra (sacos / hora hombre)
Ago-23	S1	3513	320	10.98
	S2	3501	300	11.67
	S3	3480	310	11.23
	S4	3475	320	10.86
Set-23	S1	3421	315	10.86
	S2	3541	305	11.61
	S3	3393	300	11.31
	S4	3512	304	11.55
Oct-23	S1	3497	308	11.35
	S2	3489	304	11.48
	S3	3495	377	9.27
	S4	3527	330	10.69
Promedio final				11.07

Fuente: datos obtenidos del molino.

En la tabla 20, se observa que la productividad final de la mano de obra durante los meses de agosto a octubre del 2023 fue de 11.07 sacos por hora trabajada. Esto significa que, en promedio, por cada hora de trabajo en el molino, se producen 11.07 sacos. Este valor es muy favorable, ya que la meta establecida por el molino es de 10 sacos por hora de trabajo.

Análisis final de la productividad de mano de obra

Tabla 21. Productividad multifactorial final.

Mes	Semana	Productividad			Producción (sacos)	Productividad multifactorial
		Productividad de máquina (sacos / hora máquina)	Productividad de materia prima (sacos / TN de materia prima)	Productividad de mano de obra (sacos / hora hombre)		
Ago-23	S1	7.30	87.83	10.98	3513	33.11
	S2	7.50	89.77	11.67	3501	32.14
	S3	7.63	91.58	11.23	3480	31.51
	S4	7.25	80.81	10.86	3475	35.13
Set-23	S1	6.97	81.45	10.86	3421	34.46
	S2	7.58	86.37	11.61	3541	33.55
	S3	7.08	82.76	11.31	3393	33.54
	S4	7.41	87.80	11.55	3512	32.90
Oct-23	S1	7.70	94.51	11.35	3497	30.79
	S2	7.27	94.30	11.48	3489	30.86
	S3	7.68	99.86	9.27	3495	29.92
	S4	7.57	82.02	10.69	3527	35.17
Promedio		7.41	88.25	11.07	3487	32.76

Fuente: datos obtenidos de la tabla 18, 19 y 20.

En la tabla 21, se observa que la productividad general de la planta fue de 32.78 sacos por cada unidad de recursos utilizados (máquinas, trabajadores y materias primas). Esto significa que, en promedio, por cada insumo empleado, se obtiene una producción de 32.78 sacos.

Análisis de comparación de la productividad de máquina inicial y final

Tabla 22. Comparación de la productividad de máquina.

Productividad de máquina inicial	Productividad de máquina final	Variación
5.13	7.30	2.17
5.82	7.50	1.68
5.69	7.63	1.94
5.13	7.25	2.12
5.66	6.97	1.31
5.35	7.58	2.23
5.12	7.08	1.96
5.08	7.41	2.33
5.12	7.70	2.58
5.29	7.27	1.98
5.73	7.68	1.95
5.13	7.57	2.44
Promedio	Promedio	Promedio
5.35	7.41	2.06

Fuente: datos obtenidos de la tabla 8 y 19.

En la tabla 22, se observa que la eficiencia de la maquinaria aumentó en 2.06 sacos por hora en comparación con el dato inicial registrado en el molino.

Análisis de comparación de la productividad de materia prima inicial y final

Tabla 23. Comparación de la productividad de materia prima.

Productividad de materia prima inicial	Productividad de materia prima final	Variación
94.03	87.83	6.21
83.00	89.77	6.77
76.63	91.58	14.95
73.73	80.81	7.08
89.06	81.45	7.61
74.33	86.37	12.04
91.97	82.76	9.21
82.25	87.80	5.55
74.68	94.51	19.83
77.82	94.30	16.48
76.78	99.86	23.08
80.95	82.02	1.07
Promedio	Promedio	Promedio
81.27	88.25	6.99

Fuente: datos obtenidos de la tabla 9 y 20.

La tabla 23 demuestra que la eficiencia de la materia prima se incrementó en 6.99 sacos por tonelada, en comparación con los datos iniciales recabados en el molino.

Análisis de comparación de la productividad de mano de obra inicial y final

Tabla 24. Comparación de la productividad de mano de obra.

Productividad de mano de obra inicial	Productividad de mano de obra final	Variación
8.4	10.98	2.58
8.23	11.67	3.44
8.27	11.23	2.96
8.45	10.86	2.41
7.82	10.86	3.04
9.12	11.61	2.49
7.6	11.31	3.71
7.94	11.55	3.61
8.71	11.35	2.64
8.95	11.48	2.53
8.15	9.27	1.12
9.08	10.69	1.61
Promedio	Promedio	Promedio
8.39	11.07	2.68

Fuente: datos obtenidos de la tabla 10 y 21.

En la tabla 24, se observa un incremento significativo en la eficiencia del uso de la materia prima, alcanzando un aumento de 2.68 sacos por hora de trabajo, en comparación con los datos iniciales recopilados del molino.

Análisis de comparación de la productividad multifactorial inicial y final

Tabla 25. Comparación de la productividad multifactorial.

Productividad multifactorial inicial	Productividad multifactorial final	Variación
26.23	33.11	6.88
30.79	32.14	1.35
32.14	35.51	0.63
33.78	35.13	1.35
29.53	34.46	4.93
33.48	33.55	0.07
28.11	33.54	5.43
31.08	32.90	1.82
32.06	37.79	1.27
32.97	30.86	2.11
33.88	29.92	3.96
31.48	35.17	3.69
31.29	32.76	2.79

Fuente: datos obtenidos de la tabla 11 y 22.

En el cuadro 25 se observa que la productividad global aumentó en 2.79 bolsas de productos por unidad de insumos, en comparación con la cifra inicial registrada en el molino.

Análisis estadístico de la productividad multifactorial

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad_ multifactorial_inicial	0.165	12	,200°	0.913	12	0.233
Productividad_ multifactorial_final	0.143	12	,200°	0.936	12	0.454

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 3. Prueba de normalidad de productividad multifactorial antes y después con Shapiro de Wilk.

Nuestra meta es determinar si la productividad múltiple aumenta. Los estadísticos utilizarán la prueba T de Student para realizar este análisis.

	Prueba de muestras emparejadas							
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
Inferior	Superior							
Productividad_ Par multifactorial_inicial 1 Productividad_ multifactorial_final	2.2125	3.13868	0.90606	0.21828	4.20672	2.442	11	0.033

Figura 4. Productividad multifactorial antes y después con T Student

El resultado de la prueba de muestra relacionada en la Figura 6 muestra un valor de significancia de 0,033, el cual es menor que el nivel de significancia establecido de 0,05. Esto permite confirmar y respaldar la hipótesis de la investigación.

V. DISCUSIÓN

Al analizar los resultados del primer objetivo específico, se observó que

únicamente el 45% de los lineamientos de mantenimiento se cumplían, dejando un 55% sin cumplir. Las principales causas identificadas fueron la falta de mantenimiento preventivo, procedimientos de mantenimiento inadecuados, una distribución física inapropiada y la falta de capacitación del personal operativo. Además, se constató que la disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE alcanzaron el 85.4%, 83.5%, 86.4% y 61.6% respectivamente, lo que califica al molino como regular en su gestión de mantenimiento. Estos hallazgos coinciden con la investigación de Trasviña et al. (2023), donde se señalaba que las paradas frecuentes de las máquinas en el área de producción, ocurriendo aproximadamente cada 30,7 horas en promedio, eran la principal causa de la baja productividad. El tiempo requerido para el mantenimiento de estas máquinas era de alrededor de 5,2 horas, lo que resultaba en una disminución de la productividad y en interrupciones en la producción.

Para abordar esta problemática, los investigadores implementaron los cuatro enfoques clave del TPM: mantenimiento autónomo, mantenimiento programado, mejora enfocada y capacitación del personal. Estudios anteriores han revelado que el tiempo medio entre averías es de 45,8 horas, con un tiempo de reparación de 6,4 horas, lo que conlleva a una disponibilidad del 69,4% y afecta negativamente la productividad. La raíz del problema se encuentra en la ausencia de un programa de mantenimiento preventivo para los activos fijos de la empresa, lo que ocasiona demoras al buscar las piezas necesarias, prolongando los tiempos de reparación y reduciendo los niveles de productividad planificada. Todos estos aspectos están alineados con las teorías de Espitia y Trujillo (2019, p. 32), donde se destaca que el TPM se centra en mejorar la productividad de toda la organización, desde los niveles directivos más altos hasta los más operativos, resultando en una reducción de costos asociados con producciones, mantenimiento y reparaciones de máquinas innecesarias.

Al examinar los resultados del segundo objetivo específico, se observó inicialmente que la productividad de hora máquina, la productividad de materia prima, la productividad de mano de obra y la productividad multifactorial fueron de 5.35 sacos por hora máquina, 81.27 sacos por tonelada de materia prima, 8.39 sacos por hora hombre y 31.15 sacos por recurso respectivamente. Estos

descubrimientos guardan similitudes con los resultados de Delgado y su equipo (2022), quienes identificaron que los trabajadores carecían de conocimientos sobre los procedimientos de mantenimiento, tanto correctivos como preventivos, lo que resultaba en un mantenimiento deficiente. Asimismo, coinciden con la investigación de Obseso et al. (2020), cuyos hallazgos revelaron que el principal obstáculo que afectaba la productividad era el tiempo de inactividad de las máquinas en el área operativa, con un promedio de 30.7 horas, y se requerían 5.2 horas adicionales para reparaciones en el área de mantenimiento. Por último, se relacionan con los resultados de Flores y su equipo (2023), quienes descubrieron que los pedidos de la empresa pesquera a menudo se entregaban con retraso, demorando entre 5 y 10 días más de lo previsto; esta demora se atribuyó a la baja disponibilidad de activos fijos, ya que los operadores de mantenimiento se enfocaban únicamente en acciones de mantenimiento correctivo ante fallas en las máquinas, en lugar de establecer un programa de mantenimiento regular. Todos estos aspectos están respaldados por las teorías de Espíndola y colegas (2017), donde se destaca la productividad parcial, que hace referencia a la relación entre la cantidad total de bienes o servicios producidos y los recursos invertidos en el proceso de producción, incluyendo materias primas, mano de obra, maquinaria y capital.

Tras analizar los resultados del tercer objetivo específico, se implementaron tres pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM): mantenimiento autónomo, capacitaciones y mantenimiento planificado. Esto resultó en que la disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE final alcanzaran el 97.6%, 94.2%, 95.3% y 87.6% respectivamente, lo que posiciona al molino con una gestión de mantenimiento altamente competitiva. Posteriormente a la implementación del TPM, se determinó que la productividad de hora máquina, la productividad de materia prima, la productividad de mano de obra y la productividad multifactorial fueron de 7.41 sacos por hora máquina, 88.25 sacos por tonelada de materia prima, 11.07 sacos por hora hombre, y 32.67 sacos por recurso respectivamente.

Estos hallazgos son similares a los resultados de la investigación de Trasviña et al. (2023), donde se buscaba mejorar la productividad mediante la implementación del TPM, lo que resultó en un aumento significativo en la

productividad de la materia prima y de las máquinas, incrementando los productos terminados por hora total de máquina en un 15.4% y los productos terminados por materia prima total en un 18.6%.

Asimismo, se asemeja a los hallazgos de Carrillo y su equipo (2021), quienes demostraron cómo la aplicación del TPM puede mejorar la productividad en las organizaciones industriales mediante la implementación de los cuatro pilares centrales de TPM, logrando un incremento significativo en la productividad de las máquinas y de las materias primas, con un promedio de 24.6% y 19.7% respectivamente. También se relaciona con los resultados de Delgado y Sánchez (2022), quienes lograron aumentar en 9.5 productos terminados por hora máquina total y 22.5 productos terminados por materia prima total al implementar herramientas de calidad del TPM, lo que se tradujo en una mejora general de la productividad de la empresa. Todos estos aspectos encuentran respaldo en las teorías de García et al. (2018), quienes destacan que la metodología TPM se enfoca en fomentar una cultura organizacional donde todos los empleados participen activamente en su desempeño laboral, adquiriendo conocimientos necesarios para las actividades de mantenimiento mediante una formación integral.

Al analizar los resultados del cuarto objetivo específico, se observó que los indicadores clave de productividad, como la productividad por hora de máquina, la productividad de materia prima y la productividad de mano de obra, experimentaron aumentos notables. Específicamente, se evidenció un incremento de 2.06 sacos por hora de máquina, 6.99 sacos por tonelada de materia prima y 2.68 sacos por hora de mano de obra, en comparación con los datos iniciales del molino. Este descubrimiento guarda similitudes con investigaciones anteriores, como la de Carrillo y su equipo (2021), quienes aplicaron el Mantenimiento Productivo Total y lograron aumentos de 28.1 productos terminados por materia prima total y 12.3 productos terminados por hora de máquina total. De manera similar, Delgado y colegas (2022) implementaron el TPM en una empresa industrial, lo que resultó en incrementos de 8.7 productos terminados por hora de máquina total y 31.5 productos terminados por materia prima total.

Estos resultados subrayan que la aplicación de enfoques como el TPM puede tener un impacto positivo y significativo en la mejora de la productividad en diversas configuraciones industriales. La empresa introdujo un programa de Mantenimiento Productivo Total que generó resultados sobresalientes. La productividad laboral aumentó en un 14%, mientras que la productividad de las materias primas y de las máquinas se incrementaron en un 16% y 20% respectivamente. Estos hallazgos son similares a los obtenidos en el estudio de Flores y su equipo (2023), donde la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) condujo a mejoras significativas del 13% en la productividad de la mano de obra, 21% en las materias primas y 17% en la maquinaria, en comparación con el punto de partida inicial.

VI. CONCLUSIONES

1. Tras el análisis realizado, se constató que solo el 45% de los lineamientos de mantenimiento se cumplían, dejando un 55% sin completar. Las causas principales

identificadas fueron la ausencia de mantenimiento preventivo, procedimientos de mantenimiento inadecuados, una distribución física inapropiada y la falta de capacitación del personal operativo. Asimismo, se determinó que la disponibilidad, el rendimiento, la calidad y el OEE (Eficiencia General de Equipos) alcanzaron el 85.4%, 83.5%, 86.4% y 61.6% respectivamente, lo que posiciona al molino en una categoría regular en términos de gestión de mantenimiento.

2. Inicialmente, se determinó que la eficiencia de la planta se reflejaba en los siguientes indicadores: la producción por hora de máquina fue de 5.35 sacos, la producción por tonelada de materia prima fue de 81.27 sacos, la producción por hora de trabajo fue de 8.39 sacos, y la productividad general, tomando en cuenta varios factores, fue de 31.15 sacos por cada recurso utilizado.
3. El modelo de mantenimiento productivo total se basó en tres aspectos clave: el mantenimiento realizado por los propios operarios, la capacitación continua del personal y el mantenimiento programado. Como resultado, se alcanzaron niveles destacados de disponibilidad (97.6%), rendimiento (94.2%), calidad (95.3%) y eficiencia general del equipo (87.6%), lo que posiciona al molino como una operación con sólida competitividad en su gestión de mantenimiento.
4. Tras la implementación del Sistema de Gestión de Producción, se evidenció un incremento significativo en diversos indicadores de productividad. La producción por hora de máquina se situó en 7,41 sacos, la eficiencia en el uso de materias primas alcanzó los 88,25 sacos por tonelada, la productividad laboral se estableció en 11,07 sacos por hora-hombre, y la productividad global de los recursos utilizados aumentó a 32,67 sacos por unidad de recurso empleado.
5. Los análisis revelaron incrementos notables en la eficiencia de la producción. Concretamente, se registró un incremento de 2.06 sacos por hora máquina en la productividad del equipo, un aumento de 6.99 sacos por tonelada de materia prima en la eficiencia de los insumos, y un incremento de 2.68 sacos por hora hombre en la productividad de la mano de obra, todo en comparación con los datos iniciales.

VII. RECOMENDACIONES

1. Sugerir a la empresa utilizar el molino y otras herramientas de análisis para identificar más posibles razones de la baja disponibilidad de las máquinas en el área de operaciones. posibles causas adicionales de la

baja disponibilidad de las máquinas en el área operativa. Además, se sugiere la implementación de metodologías de calidad como TPM y lean manufacturing, con el propósito de lograr mejoras más amplias en la organización.

2. Se sugiere que la empresa proporcione capacitaciones semanales a todos los empleados sobre los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo vigentes en la empresa, con el fin de que todos los colaboradores comprendan los beneficios derivados de poseer un sólido conocimiento sobre el funcionamiento adecuado de los equipos y maquinarias de mantenimiento.
3. Se sugiere a la empresa que siga de cerca el rendimiento del molino, revisando mensualmente los procedimientos de mantenimiento establecidos en este estudio. Así, se podrán identificar las áreas que necesitan mejoras y realizar los ajustes necesarios con el tiempo.
4. A los futuros investigadores, se les recomienda utilizar las herramientas de mejora obtenidas en este estudio y aplicarlas en otras empresas del sector metalmecánico. De este modo, podrán conseguir un incremento significativo en la disponibilidad de las máquinas y equipos, obteniendo resultados exitosos.

REFERENCIAS

ALAVEDRA, Carol; GASTELU, Yumira; MÉNDEZ, Griseyda; MINAYA, Christian; PINEDA, Brandon; PRIETO, Krisley; RÍOS, Kenny y MORENO, César.
Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de

- la flota de camiones 730e komatsu-2013. Revista Ingeniería Industrial, Redalyc. Vol. 34 (1) pp. 11-26, 2019. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337450992001.pdf> ISSN: 1025-9929.
- ÁLVAREZ, E. y BARREDA, L., 2020. La estadística descriptiva en la formación investigativa del instructor de arte. Conrado [en línea], vol. 16, no. 73, pp. 100–107. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000200100.
- ÁLVAREZ, P., 2018. Ética e investigación. Boletín Redipe [en línea], vol. 7, no. 2, pp. 122–149. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6312423>.
- ANGULO, Edwin y ORELLANA, Gianpierre. Mantenimiento para aumentar la disponibilidad de máquinas. Revista de la Universidad Privada del Norte. Vol. 4 (3) p. 1 – 25. 2021. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25690/Formato%20de%20investigaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y> ISSN: 4578-6985.
- ANISH, Sachdeva Y VSIHAL, Sharma. Tpm- A Key Strategy for Productivity Improvement. Journal of Engineering Science and Technology. Artículo científico, (1):1-16, 2019. Disponible en: https://jestec.taylors.edu.my/Vol%206%20Issue%201%20February%2011/Vol_6_1001016MANU%20DOGRA.pdf ISSN: 1823-4690
- ARREDONDO, E., GOMEZ, R., LALAMA, R. y CHOEZ, L., 2020. Investigación científica y estadística para el análisis de datos. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, vol. 1, no. 22, pp. 4–5.
- BAKIRTZIS, Emmanouil. Storage management by rolling stochastic unit commitment for high renewable energy penetration. Electric PowerSystemsResearch, 2018, vol. 158, p. 240-249. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378779617305047> ISSN: 0378-7796
- BAKIRTZIS, Emmanouil. Storage management by rolling stochastic unit commitment for high renewable energy penetration. Electric

PowerSystemsResearch, 2018, vol. 158, p. 240-249. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378779617305047>
ISSN: 0378-7796

BANDALY, Dia. Postponement implementation in integrated production and inventory plan under deterioration effects: a case study of a juice producer with limited storage capacity. *Production Planning & Control*, 2020, vol. 31, no 4, p. 322-337. 2020. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/10.1080/09537287.2019.1636354> ISSN: 1366-5871

BERNAL, Wilmar. y PARRA, Elkin. Plan de aplicación del TPM para los equipos y herramientas de la planta de fabricación y ensamblaje de vehículos de Niko Racing Colombia. Bogotá, Colombia. 2020. Disponible en: <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/713/TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

BERNARDI, Victoria. Propuestas de mejoras en la gestión de almacenes para Intercap S.R.L. Tesis (Maestro en Dirección de Negocios) Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, Escuela de postgrado, 2020. 83 pp. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/6363/Bernardi%2c%20Victoria.%20Propuestas%20de%20mejoras%20en%20la%20gestion....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BHUNIA, Asoke. A partially integrated production-inventory model with interval valued inventory costs, variable demand and flexible reliability. *Applied Soft Computing*, 2020, vol. 55, p. 491-502. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.02.012> ISSN: 1568-4946

BORJA, H., 2018. Normas y procedimientos de los proyectos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos. *Universidad Científica del Sur [en línea]*, vol. 1, no. 1, pp. 1–75. Disponible en: https://www.cientifica.edu.pe/sites/default/files/normas_y_procedimientos_de_trabajos_de_investigacion_para_grados_y_titulos.pdf.

CÁCERES, Ober. y GAMEZ, Jeanpierre. Aplicación de la herramienta TPM para mejorar la productividad en el proceso de granallado, empresa JCB

estructuras S.A.C., 2019. Lima, Perú, Disponible en:
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2619/IND_T030_74450211_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CANAHUA, 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 metalmecánica. *Ind. Data - Scielo*, 24(1), pp.49-76. 2021 Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-99932021000100049&script=sci_arttext&tIng=pt

CANAHUA, Nohemy. Implementation of the TPM-Lean Manufacturing methodology to improve the overall equipment efficiency (OEE) in the production of spare parts in a metalworking company. *Ind. Data - Scielo*, 24(1), pp.49-76. 2021. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-99932021000100049&script=sci_arttext&tIng=pt

CARRILLO, Martha; ALVIS, Carmen; MENDOZA, Yaniris y COHEN, Harold. Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. *Signos*, 11(1), pp. 71-86. 2021. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5604/560465980005/html/>

CASTILLO, Ángela; FERNÁNDEZ, Luis y ÁNGELES, Luis. 2018. Impacto del TPM en el Desempeño Operativo de las Empresas Industriales del Sur de Tamaulipas. *Revista de Ingeniería Industrial*, 2(4), pp.29-35. Disponible en: https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol2num4/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Industrial_V2_N4_4.pdf

DE LA LAMA, P., DE LA LAMA, M. y DE LA LAMA, A., 2022. Los instrumentos de la investigación científica. Hacia una plataforma teórica que clarifique y gratifique. *Horizonte de la Ciencia [en línea]*, vol. 12, no. 22, pp. 189–202. DOI <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2022.22.1078>. Disponible en: <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/horizontedelaciencia/article/view/1078>.

DÍAZ, J., 2018. Políticas públicas en propiedad intelectual escrita. Una escala de

medición para educación superior del Perú. Revista Venezolana de Gerencia [en línea], vol. 23, no. 81, pp. 88–103. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/290/29055767006/29055767006.pdf>.

GARCÍA, Jorge. 2018. Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 60(1), pp. 129-140. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/430/43021583012.pdf>

GARCIA, José., RICO, Lázaro. y ROMERO, Jaime. Factores tecnológicos asociados al éxito del Mantenimiento preventivo total (TPM) en maquilas. CULCyT, 8(45). 2018. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7054176.pdf>

GAVIDIA, Á., 2022. La observación en la investigación, método o técnica, a propósito de la táctica y la estrategia. Revista Médica de Trujillo [en línea], vol. 17, no. 3, pp. 76–77. DOI <https://doi.org/10.17268/rmt.2022.v17i3.4857>. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RMT/article/view/4857>.

GONZÁLEZ, Gabriel y FARFAN, Kimberly. Desarrollo de un sistema de gestión de mantenimiento para empresas productoras de vino (caso-bodegas añejas ltda). Revista de Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información, 2018, vol. 6, no 11. Disponible en: <http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/500/425>
ISSN: 2339-3270

GUTIERREZ, Endry y RODRIGUEZ, Pedro. 2020. Mejoras para elevar la disponibilidad de las unidades acuáticas livianas. Ingeniería Mecánica, 23(1), pp.125-140. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7334992>

HERNÁNDEZ, O., 2021. Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. Revista Cubana de Medicina General Integral, vol. 37, no. 3, pp. 1–3.

HERNÁNDEZ, S. y DUANA, D., 2020. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA

[en línea], vol. 9, no. 17, pp. 51–53. DOI <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>.

HOSSEN, Anwar. An inventory model with price and time dependent demand with fuzzy valued inventory costs under inflation. *Ann. Pure Appl. Math*, 2020, vol. 11, no. 2, p. 21-32. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/305489130_Annals_of_An_Inventory_Model_with_Price_and_Time_Dependent_Demand_with_Fuzzy_Valued_Inventory_Costs_Under_Inflation ISSN: 2279-0872

HUAMANCHUMO, Vicente. y PÉREZ, Jack. Análisis de experiencias de aplicación de la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM) en empresas de manufactura en el periodo 2010-2020. 2021. Lima, Perú. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28100/Huamanchumo%20De%20La%20Cruz%2c%20Vicente%20-%20Perez%20Carrion%2c%20Jack%20Michael.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

LOAYZA, E., 2021. El fichaje de investigación como estrategia para la formación de competencias investigativas. *Educare et Comunicare* [en línea], vol. 9, no. 1, pp. 67–77. DOI <https://doi.org/10.35383/educare.v9i1.594>. Disponible en: <https://revistas.usat.edu.pe/index.php/educare/article/view/594/1213>.

LÓPEZ, R., AVELLO, R., PALMERO, D., SÁNCHEZ, S. y QUINTANA, M., 2019. Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. *Revista Cubana de Medicina Militar* [en línea], vol. 48, no. 2, pp. 1–9. Disponible en: <https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/390/331>.

MAR, C., BARBOSA, A. y MOLAR, J., 2020. *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Primera Ed. México: s.n. ISBN 978-607-550-622-7.

MARTÍNEZ, H., 2018. *Metodología de la investigación* [en línea]. 1ra Edició. México D.F.: s.n. Disponible en: <https://latam.cengage.com/libros/metodologia-de-la-investigacion-2/>.

MUCHA, L., CHAMORRO, R., OSEDA, M. y ALANIA, R., 2020. Evaluación de

- procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado. *Desafíos*, vol. 12, no. 1, pp. 44–51.
- ROBLES, B., 2019. Población y muestra. *Pueblo Continente* [en línea], vol. 30, no. 1, pp. 245–246. DOI <http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30121>. Disponible en: <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/1269/1099>.
- RUBIO, M., 2018. El análisis documental. Indización y resumen en bases de datos especializadas. *CINDOC-CSIC* [en línea], pp. 50. Disponible en: <http://148.202.167.116:8080/xmlui/handle/123456789/3691>.
- SÁNCHEZ, D., 2022. Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. *TEPEXI Boletín Científico De La Escuela Superior Tepeji Del Río* [en línea], vol. 9, no. 17, pp. 38–39. DOI <https://doi.org/10.29057/estr.v9i17.7928>. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/7928>.
- SEOANE, T., MARTÍN, J., MARTÍN, E., LURUEÑA, S. y ALONSO, F., 2017. Capítulo 7: Estadística: Estadística Descriptiva y Estadística Inferencial. *SEMERGEN - Medicina de Familia* [en línea], vol. 33, no. 9, pp. 466–471. DOI [https://doi.org/10.1016/S1138-3593\(07\)73945-X](https://doi.org/10.1016/S1138-3593(07)73945-X). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S113835930773945X>.
- SUCASAIRE, J., 2021. Estadística descriptiva para trabajos de investigación: presentación e interpretación de los resultados [en línea]. Primera ed. Perú: s.n. ISBN 978-612-00-6118-3. Disponible en: <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2241>.
- VEIGA, N., OTERO, L. y TORRES, J., 2020. Reflections on the use of inferential statistics in data analysis during a didactic research. *InterCambios, Dilemas y transiciones de la Educación Superior*, vol. 7, no. 2, pp. 4.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de las variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: TPM	Esta es una filosofía de mantenimiento enfocada a prevenir pérdidas de producción ocasionadas por el que estado que se encuentran los equipos y sistemas de su empresa. Fue desarrollado en Japón como un sistema para prevenir la pérdida de equipos y se estructura en torno al mantenimiento preventivo, planificado, predictivo y correctivo. (Lezama et al., 2019)	El TPM ayuda a prever fallas en equipos, mejorar la confiabilidad de los equipos y su productividad a través de mejoras enfocadas, capacitaciones, cumplimiento y la eficiencia. (Salas, 2022).	Diagnóstico situacional	Cuestionario estructurado	Nominal
				Check list de mantenimiento	
				Diagrama de Ishikawa	
				Diagrama de Pareto	Razón
			Mantenimiento autónomo	# de inspecciones realizadas / # de inspecciones propuestas	Razón
			Mantenimiento planificado	# de mantenimiento preventivo realizado / # de mantenimiento planificado	Razón
			Capacitación	Número de capacitaciones ejecutadas / total de capacitaciones programadas	Razón
			OEE (Eficiencia Global de los equipos)	Disponibilidad: Tiempo operativo / tiempo planificado de producción	Razón
				Rendimiento: Producción real / producción programada	Razón
				Calidad: # de unidades conformes / # de unidades producidas	Razón
OEE: Disponibilidad x rendimiento x calidad	Razón				

Variable dependiente: Productividad	La productividad tiene amplios significados, pero el concepto básico es la relación entre la calidad de los bienes y servicios y la cantidad de recursos utilizados en su producción. (Muñoz Choque, 2021).	Es la relación de lo producido tales como producto o servicio de una empresa y realizado con los recursos necesarios para así llegar alcanzar los objetivos. (Sierra, Madriz & Castillo, 2018).	Productividad de hora máquina	$P(H.M) = \frac{\text{Produccion}}{n^{\circ} \text{ Horas maquina}}$	Razón
			Productividad de materia prima	$P(M.P) = \frac{\text{Produccion}}{Tn \text{ de MP empleada}}$	Razón
			Productividad de la hora hombre	$P(H.H) = \frac{\text{Produccion}}{n^{\circ} \text{ Horas hombre}}$	Razón
			Productividad multifactorial	$P(MF) = \frac{\text{Produccion}}{P(H.H) + P(M.P) + P(H.M)}$	Razón

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. Tabla de técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Fase de estudio	Fuete de información	Técnica	Instrumento	Análisis de datos	Resultado esperado
Diagnosticar la situación actual.	Área de mantenimiento del molino	Encuesta	Cuestionario de mantenimiento (Anexo 3)	Análisis exploratorio	Se halló las causas raíces que generan la baja productividad en el molino.
	Área de mantenimiento del molino	Observación directa	Check list de mantenimiento (Anexo 4)	Análisis de diagnóstico	
	Área de mantenimiento del molino	Observación directa	Formato de Diagrama de Ishikawa (figura 1)	Análisis de diagnóstico	
	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de Diagrama de Pareto (Anexo 5)	Análisis exploratorio	
	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de disponibilidad (Anexo 9)	Análisis exploratorio	
	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de rendimiento (Anexo 10)	Análisis exploratorio	
	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de calidad (Anexo 11)	Análisis exploratorio	
	Área de mantenimiento	Análisis	Formato de OEE (Anexo	Análisis	

	to del molino	documental	12)	exploratorio	
Determinar la productividad inicial.	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de productividad de máquina (Anexo 13)	Análisis descriptivo	Se determinó la disponibilidad y productividad inicial.
	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de productividad de materia prima (Anexo 14)	Análisis descriptivo	
	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de productividad de hora hombre (Anexo 15)	Análisis descriptivo	
	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de productividad multifactorial (Anexo 16)	Análisis descriptivo	
Aplicar el TPM en el Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C.	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de mantenimiento autónomo (Anexo 6)	Análisis exploratorio	Se diseñaron y aplicaron los formatos para aplicar el TPM dentro del molino.
	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de mantenimiento planificado (Anexo 7)	Análisis exploratorio	
	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de capacitaciones (Anexo 8)	Análisis exploratorio	
Realizar un análisis estadístico	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de productividad de máquina (Anexo 13)	Análisis descriptivo	Se procedió a determinar la validación de las hipótesis.
	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de productividad de materia prima (Anexo 14)	Análisis descriptivo	

	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de productividad de hora hombre (Anexo 15)	Análisis descriptivo	
	Área de mantenimiento del molino	Análisis documental	Formato de productividad multifactorial (Anexo 16)	Análisis descriptivo	
	Área de mantenimiento del molino	Análisis estadístico	Prueba T – Student	Análisis inferencial	

Anexo 3. Cuestionario estructurado de mantenimiento.

1. ¿El sistema de mantenimiento es eficiente?

Sí _____ No _____ A veces _____

2. ¿Los trabajadores tienen conocimiento sobre el mantenimiento autónomo?

Sí _____ No _____ A veces _____

3. ¿La empresa cuenta con un cronograma de limpieza del área de mantenimiento?

Sí _____ No _____ A veces _____

4. ¿Realizan mantenimiento preventivo?

Sí _____ No _____ A veces _____

5. ¿Existe un procedimiento de mantenimiento preventivo?

Sí _____ No _____ A veces _____

6. ¿El tipo de mantenimiento que mayormente se da en la empresa, es el correctivo?

Sí _____ No _____ A veces _____

7. ¿Existe un procedimiento de mantenimiento correctivo?

Sí _____ No _____ A veces _____

8. ¿Existe un gran número de maquinarias que presenten defectos en el proceso?

Sí _____ No _____ A veces _____

9. ¿Realizan el análisis de criticidad a los activos fijos?

Sí _____ No _____ A veces _____

10. ¿Se evalúa la disponibilidad de las máquinas constantemente?

Sí _____ No _____ A veces _____

Fuente: elaboración propia.

Confiabilidad del instrumento.

Datos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
1	5	2	4	2	2	3	3	2	2	2	27
2	3	3	2	1	1	3	2	1	1	1	18
3	4	4	3	3	2	1	2	1	1	1	22
4	5	3	5	2	2	2	4	2	2	2	29
5	2	4	1	3	1	1	3	2	1	1	19
6	4	1	2	1	1	2	2	1	1	1	16
7	3	2	5	2	2	1	3	2	1	2	23
8	2	2	2	3	1	1	2	1	1	1	16
9	5	4	3	2	2	2	1	1	1	2	23
10	4	3	4	1	1	2	3	1	2	1	22
VAR	1.3	1.1	1.9	0.7	0.3	0.6	0.7	0.3	0.2	0.3	18.9

suma de var/item	7.34
k	10
alfa	0.89

α	Interpretación
> 0,9	excelente
> 0,8	bueno
> 0,7	aceptable
> 0,6	cuestionable
> 0,5	malo
$\leq 0,5$	inaceptable

Anexo 4. Check list de mantenimiento.

Nº	Criterio	SI	NO
1	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?		
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?		
3	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?		
4	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la planta mejoren?		
5	¿El plan de formación hace que los conocimientos en otras áreas de la planta (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc.) mejoren?		
6	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?		
7	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)?		
8	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?		
9	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)?		
10	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc.)?		
11	¿Se respeta el horario de entrada y salida?		
12	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?		
13	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?		
14	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?		
15	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?		
16	¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos?		
17	¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del área de operaciones es agradable?		
18	¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento es bajo?		
19	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?		

20	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?		
21	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?		
22	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con las que se necesitan?		
23	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?		
24	¿El taller está situado en el lugar apropiado?		
25	¿Está limpio y ordenado su interior?		
26	¿El mantenimiento dispone de los medios de comunicación interna que se necesitan?		
27	¿El mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan?		
28	¿Se disponen de los medios de transporte que se necesitan?		
29	¿El plan de mantenimiento se realiza?		
30	¿La promoción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?		
31	¿El número de averías es bajo?		
32	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?		
33	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?		
34	¿Este sistema se atiza correctamente?		
35	¿El número de variaciones con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?		
36	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?		
37	¿La razón por la que las averías están pendientes está justificada?		
38	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?		
39	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?		
40	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?		

Fuente: SHUPINGAHUA, 2021.

Anexo 17. Constancias de validaciones.



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a)(ita):

Presente

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

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Chepén, promoción 2919-1, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: Aplicación del TPM y su impacto en la productividad en el Molino Agroindustrial San Francisco S.A.C. - Ciudad de Dios 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 temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma
Apellidos y nombre:
Asenjo Vargas Ronald Fabian

Firma
Apellidos y nombre
Cerna Terrones Dayanna María Irene

Act
Ve a

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: TPM							
1	DIMENSIÓN 1: Mejoras enfocadas	SI	No	SI	No	SI	No	
2	DIMENSIÓN 2: Planificación del mantenimiento	SI	No	SI	No	SI	No	
3	DIMENSIÓN 3: Índice de capacitaciones	SI	No	SI	No	SI	No	
4	DIMENSIÓN 4: Eficiencia global de los equipos	SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad							
5	DIMENSIÓN 1: Productividad mano de obra	SI	No	SI	No	SI	No	
6	DIMENSIÓN 2: Productividad materia prima	SI	No	SI	No	SI	No	
7	DIMENSIÓN 3: Productividad de maquinaria	SI	No	SI	No	SI	No	
8	DIMENSIÓN 4: Productividad total	SI	No	SI	No	SI	No	

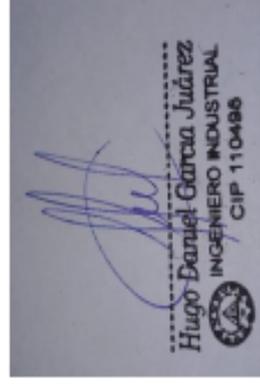
Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: García Juárez Hugo Daniel DNI: 41947380

Especialidad del validador: DOCENTE TIEMPO COMPLETO UCV – CHEPEN, DOCTOR EN INGENIERIA INDUSTRIAL

29 de junio del 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 dimensión

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: TPM							
1	DIMENSIÓN 1: Mejoras enfocadas	SI	No	SI	No	SI	No	
2	DIMENSIÓN 2: Planificación del mantenimiento	SI	No	SI	No	SI	No	
3	DIMENSIÓN 3: Índice de capacitaciones	SI	No	SI	No	SI	No	
4	DIMENSIÓN 4: Eficiencia global de los equipos	SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad							
5	DIMENSIÓN 1: Productividad mano de obra	SI	No	SI	No	SI	No	
6	DIMENSIÓN 2: Productividad materia prima	SI	No	SI	No	SI	No	
7	DIMENSIÓN 3: Productividad de maquinaria	SI	No	SI	No	SI	No	
8	DIMENSIÓN 4: Productividad total	SI	No	SI	No	SI	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: Dr. Marcos Alejandro Robles Lora DNI: 416.053.390

Especialidad del validador: Ingeniería Industrial

...28...de...Febrero...del 2023



Firma del Experto Informante.
MARCO A. ROBLES LORA
 ING. INDUSTRIAL
 R. CIP. 143358

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 dimensión

Anexo 18. Cuestionario aplicado al jefe de mantenimiento.

1. ¿El sistema de mantenimiento es eficiente?

Sí _____ No  A veces _____

2. ¿Los trabajadores tienen conocimiento sobre el mantenimiento autónomo?

Sí _____ No _____ A veces 

3. ¿La empresa cuenta con un cronograma de limpieza del área de mantenimiento?

Sí _____ No  A veces _____

4. ¿Realizan mantenimiento preventivo?

Sí _____ No _____ A veces 

5. ¿Existe un procedimiento de mantenimiento preventivo?

Sí _____ No  A veces _____

6. ¿El tipo de mantenimiento que mayormente se da en la empresa, es el correctivo?

Sí No A veces

7. ¿Existe un procedimiento de mantenimiento correctivo?

Sí No A veces

8. ¿Existe un gran número de maquinarias que presenten defectos en el proceso?

Sí No A veces

9. ¿Realizan el análisis de criticidad a los activos fijos?

Sí No A veces

10. ¿Se evalúa la disponibilidad de las máquinas constantemente?

Sí No A veces

Anexo 19. Checkk list aplicado al jefe de mantenimiento.

Nº	Criterio	SI	NO
1	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?		
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?		
3	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?		
4	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la planta mejoren?		
5	¿El plan de formación hace que los conocimientos en otras áreas de la planta (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc.) mejoren?		
6	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?		
7	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)?		
8	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?		
9	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)?		
10	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc.)?		
11	¿Se respeta el horario de entrada y salida?		

13	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?	X	
14	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?		X
15	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?	X	
16	¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos?		X
17	¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del área de operaciones es agradable?	X	
18	¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento es bajo?		X
19	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?	X	
20	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?		X
21	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?	X	
22	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con las que se necesitan?		X
23	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?		X
24	¿El taller está situado en el lugar apropiado?	X	

	que se necesitan?		
27	¿El mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan?	X	
28	¿Se disponen de los medios de transporte que se necesitan?		X
29	¿El plan de mantenimiento se realiza?		X
30	¿La promoción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?	X	
31	¿El número de averías es bajo?		X
32	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?		X
33	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?	X	
34	¿Este sistema se atiza correctamente?		X
35	¿El número de variaciones con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?		X
36	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?		X
37	¿La razón por la que las averías están pendientes está justificada?	X	
38	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?		X
39	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?	X	

Anexo 20. Cálculos para la obtención del diagrama de Pareto.

Causas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Falta de mantenimiento preventivo	135	135	22.2	22.24
Procedimientos de mantenimiento inadecuados	100	235	16.5	38.71
Inadecuada distribución física	94	329	15.5	54.20
Falta de capacitación al personal operativo	88	417	14.5	68.70
Falta de un plan agregado de producción óptimo	74	491	12.2	80.89
Falta de orden y limpieza en el área de mantenimiento	21	512	3.5	84.35
Inadecuada planificación de compras	20	532	3.3	87.64
Desabastecimiento de materiales	18	550	3.0	90.61
Equipos mal calibrados	16	566	2.6	93.25
Mala regulación de máquinas	14	580	2.3	95.55
No cuenta con un sistema de mantenimiento	11	591	1.8	97.36
Supervisión deficiente por parte de los jefes	10	601	1.6	99.01
Área muy reducida	6	607	1.0	100.00
	607			

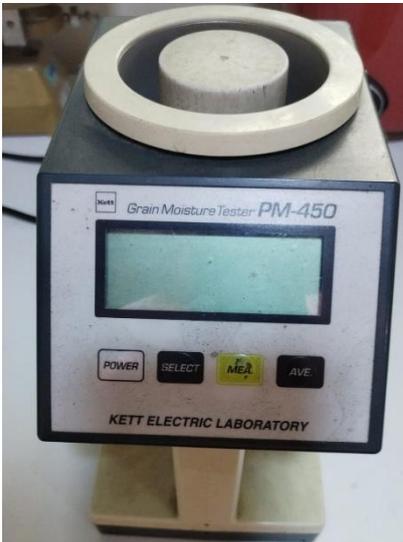
Anexo 21. Evaluación del OEE.

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad.
65% < OEE < 75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora.
75% < OEE < 85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados "World Class".
OEE > 95%	Excelente	Competitividad Excelente.

Anexo 23. Evidencias de la implementación de las 6S.

<h1>Tarjeta Roja</h1>														
NOMBRE DEL ARTICULO		FOLIO N° 0001												
CATEGORIA	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">1. Maquinaria</td> <td style="width: 33%;">6. Inventario en Proceso</td> </tr> <tr> <td>2. Accesorios y herramientas</td> <td>7. Producto Terminado</td> </tr> <tr> <td>3. Instrumental de Medición</td> <td>8. Equipo de Oficina</td> </tr> <tr> <td>4. Materia Prima.</td> <td>9. Librería y papelería</td> </tr> <tr> <td>5. Refacción</td> <td>10. Limpieza o pesticidas</td> </tr> </table>		1. Maquinaria	6. Inventario en Proceso	2. Accesorios y herramientas	7. Producto Terminado	3. Instrumental de Medición	8. Equipo de Oficina	4. Materia Prima.	9. Librería y papelería	5. Refacción	10. Limpieza o pesticidas		
1. Maquinaria	6. Inventario en Proceso													
2. Accesorios y herramientas	7. Producto Terminado													
3. Instrumental de Medición	8. Equipo de Oficina													
4. Materia Prima.	9. Librería y papelería													
5. Refacción	10. Limpieza o pesticidas													
FECHA	LOCALIZACIÓN	TIPO DE COORDENADA												
CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR \$												
RAZÓN	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">1. No se necesitan</td> <td style="width: 33%;">6. Contaminante</td> </tr> <tr> <td>2. Defectuoso</td> <td>7. Otro</td> </tr> <tr> <td>3. No se necesita pronto</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>4. Material de desperdicio</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>5. Uso desconocido</td> <td>_____</td> </tr> </table>		1. No se necesitan	6. Contaminante	2. Defectuoso	7. Otro	3. No se necesita pronto	_____	4. Material de desperdicio	_____	5. Uso desconocido	_____		
1. No se necesitan	6. Contaminante													
2. Defectuoso	7. Otro													
3. No se necesita pronto	_____													
4. Material de desperdicio	_____													
5. Uso desconocido	_____													
<p style="text-align: center;">Consideraciones especiales de almacenaje</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input type="checkbox"/> Ventilación especial <input type="checkbox"/> Frágil <input type="checkbox"/> Explosivo </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input type="checkbox"/> En camas de _____ <input type="checkbox"/> Máxima altura _____ cajas <input type="checkbox"/> Ambiente a _____ °C </td> </tr> </table>			<input type="checkbox"/> Ventilación especial <input type="checkbox"/> Frágil <input type="checkbox"/> Explosivo	<input type="checkbox"/> En camas de _____ <input type="checkbox"/> Máxima altura _____ cajas <input type="checkbox"/> Ambiente a _____ °C										
<input type="checkbox"/> Ventilación especial <input type="checkbox"/> Frágil <input type="checkbox"/> Explosivo	<input type="checkbox"/> En camas de _____ <input type="checkbox"/> Máxima altura _____ cajas <input type="checkbox"/> Ambiente a _____ °C													
ELABORADA POR	Departamento o sección													
FORMA DE DESECHO	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">1. Tirar</td> <td style="width: 33%;">2. Vender</td> <td style="width: 33%;">3. Otros</td> </tr> <tr> <td colspan="3">4. Mover áreas de tarjetas rojas</td> </tr> <tr> <td colspan="3">5. Mover otro almacén</td> </tr> <tr> <td colspan="3">6. Regresar proveedor int o ext</td> </tr> </table>	1. Tirar	2. Vender	3. Otros	4. Mover áreas de tarjetas rojas			5. Mover otro almacén			6. Regresar proveedor int o ext			Desecho completo
1. Tirar	2. Vender	3. Otros												
4. Mover áreas de tarjetas rojas														
5. Mover otro almacén														
6. Regresar proveedor int o ext														
FECHA DE DESECHO	Firma de autorización	FECHA DE DESPACHO												
Vender o tirar														

Nombre:	Fecha:	FOLIO	N° 0001
		Tarjeta	R
		MINI-PLANTA	











N°	Descripción de la señal de seguridad	Imagen
1	Utilizar el casco de seguridad al ingresar al área de trabajo	
2	Uso obligatorio de guantes de seguridad al ingresar al área de trabajo	
3	Utilizar obligatoriamente los zapatos de seguridad al ingresar al área de trabajo	
4	Uso obligatorio del protector auditivo al ingresar al área de trabajo	
5	Uso obligatorio de los lentes de seguridad al ingresar al área de trabajo	

6	Uso obligatorio de la faja de seguridad al levantar peso mayor a 25 kg.	 
7	Riesgo eléctrico	
8	Zona segura ante un eventual sismo	
9	Extintor	
10	Caída de objetos	

N°	Descripción del EPP	Imagen	Cantidad	Estado	
				Adecuado	Por renovar
1	Casco de seguridad		9	8	1
2	Zapatos de seguridad		9	9	0
3	Guantes de seguridad		9	6	3
4	Lentes de seguridad		9	5	4
5	Protectores auditivos		9	9	0
6	Faja de seguridad		9	9	0
7	Respirador		4	4	0

Anexo 24. Cronograma de capacitaciones al personal de la empresa.

Temas del TPM	Personal a capacitar	Abr-23				May-23				Jun-23				Jul-23				Ago-23				Set-23				% objetivo	
		S1	S2	S3	S4																						
Introducción a la mejora continua	Toda la empresa		P		P																					100%	
			E		E																						
Correcto método de trabajo en el envasado						P																					100%
						E																					
Inocuidad										P																	100%
										E																	
Metodología 5S												P		P													100%
												E		E													
Plan de mantenimiento																	P										100%
																	E										
Plan de calibración de máquinas																			P							100%	
																			E								
Diagrama bimanual																					P					100%	
																					E						
Pronósticos de ventas																							P	P		100%	
																							E	E			

Anexo 26. Distribución física del plan luego de haber implementado el método de las 5S

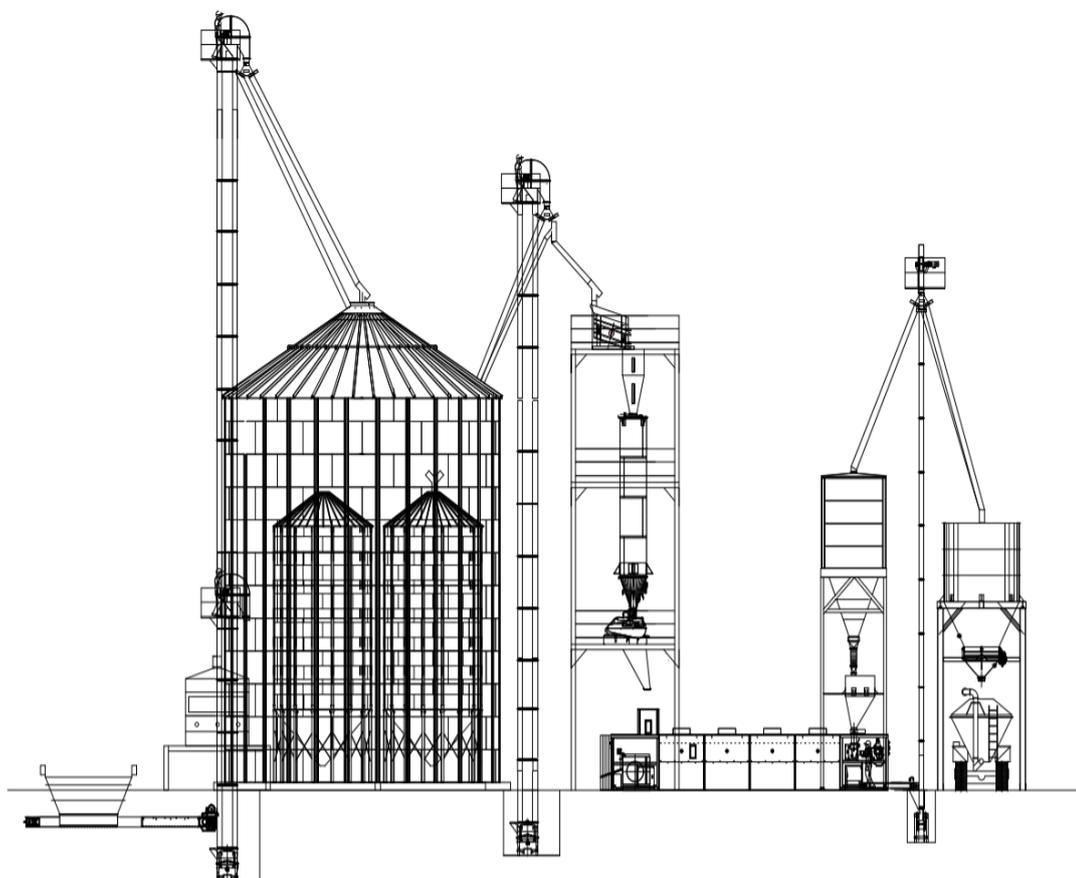


Figura 3. Nueva distribución física de la empresa del molino de arroz.

Fuente: elaboración propia (ver anexo 22 y 23).

Luego de implementar la metodología 6S, la figura 3 presenta la nueva disposición física de la empresa del molino de arroz.

Anexo 27. Mejora del área de Producción luego de haber hecho sus respectivos mantenimiento preventivo a cada maquinas del molino

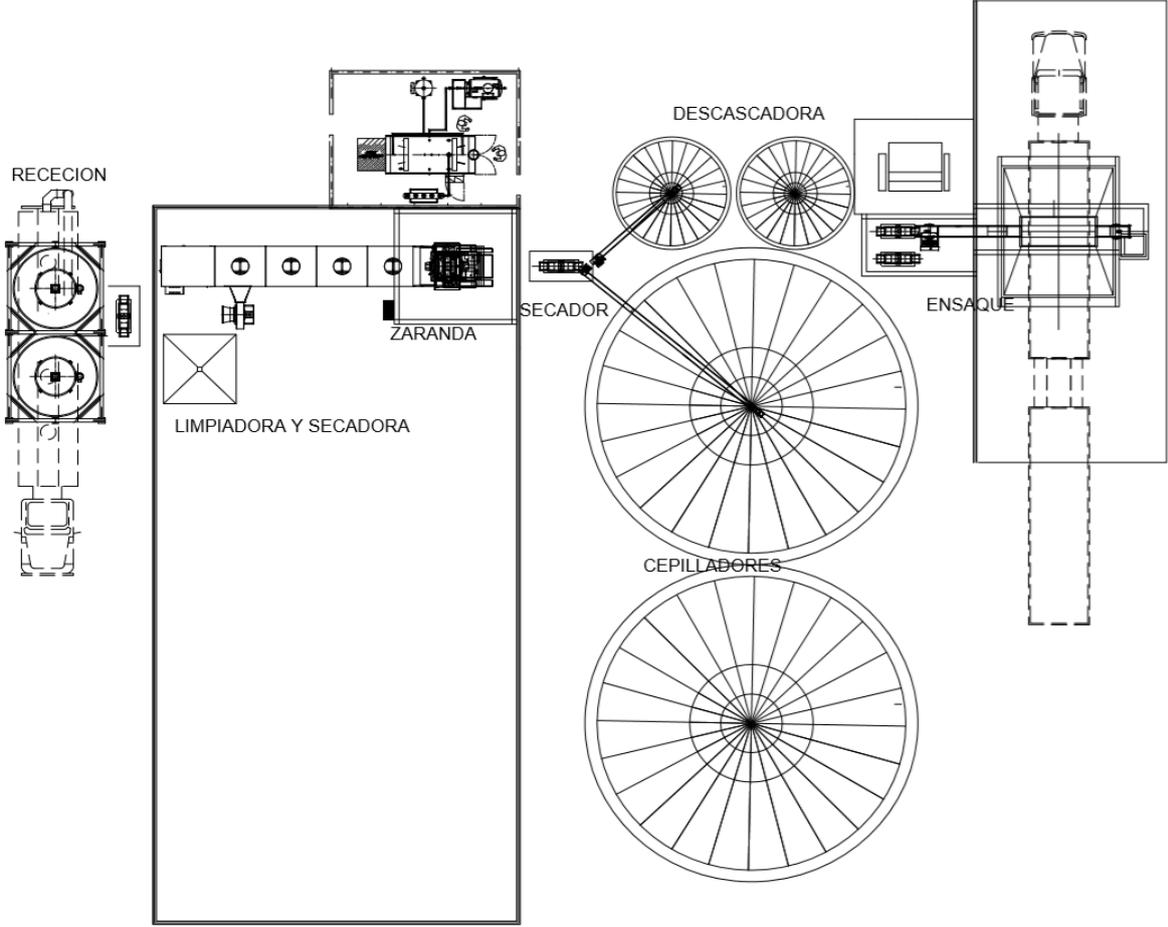


Figura 4. Nuevo funcionamiento de las máquinas del molino.

Fuente: elaboración propia (ver anexo 25).