



Universidad  
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TESIS**

**Aplicación del mantenimiento productivo total TPM  
para mejorar la productividad en un molino,  
Lambayeque 2023**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**Autor**

Bach. Morales Piscoya Manuel Antonio

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5338-0842>

**Asesor**

Dr. Barandiaran Gamarra Jose Manuel

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9666-5888>

**Línea de Investigación**

**Tecnología e innovación en el desarrollo de la construcción y la  
industria en un contexto de sostenibilidad**

**Sublínea de Investigación**

**Gestión y sostenibilidad en las dinámicas empresariales de industrias y  
organizaciones**

**Pimentel – Perú**

**2024**

**APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM PARA  
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN MOLINO, LAMBAYEQUE 2023**

**Aprobación del jurado**

---

Dr. Manuel Humberto Vásquez Coronado

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

Mag. Nelson Alejandro Puyen Farías

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

Mag. Jorge Tomás Cumpa Vásquez

**Vocal del Jurado de Tesis**

**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, es Manuel Antonio Morales Piscoya; del Programa de Estudios de **Ingeniería Industrial** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

**APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN MOLINO, LAMBAYEQUE 2023**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Morales Piscoya Manuel Antonio	DNI: 73531530	
--------------------------------	---------------	---

Pimentel, 14 de marzo del 2024

# MORALES PISCOYA\_MANUEL ANTONIO\_TURNITIN.docx

-  Convocatoria Octubre 24
-  My Files
-  Universidad Señor de Sipan

## Detalles del documento

Identificador de la entrega  
trn:oid::26396:389653182

Fecha de entrega  
7 oct 2024, 3:02 p.m. GMT-5

Fecha de descarga  
3 feb 2025, 7:01 p.m. GMT-5

Nombre de archivo  
MORALES PISCOYA\_MANUEL ANTONIO\_TURNITIN.docx

Tamaño de archivo  
1.4 MB

76 Páginas

14,705 Palabras

76,545 Caracteres



Página 2 of 84 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::26396:389653182

## 12% Similitud general

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

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

### Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar la presente investigación a mis padres porque son mi principal fuente de inspiración y por todo su esfuerzo para sacarme adelante, a mis hermanos y a mi tía, quienes han sido un gran apoyo incondicional en mi formación como profesional durante todo el proceso de mi carrera y de la presente tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer principalmente antes que nada a nuestro padre creador, por permitirme la oportunidad de lograr culminar la carrera a pesar de todas las adversidades que se presentaron en el camino, a mis padres por todo su esfuerzo y motivación que me brindaron y a nuestros docentes por compartirnos todos sus conocimientos durante mi formación.

## INDICE

Resumen .....	xii
Abstract .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática .....	1
1.2. Formulación del problema .....	5
1.3. Hipótesis.....	5
1.4. Objetivos .....	6
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	6
II. MATERIALES Y MÉTODO .....	10
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	10
2.2. Variables y Operacionalización.....	10
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección: .....	13
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	13
2.5. Procedimientos de análisis de datos.....	15
2.6. Criterios éticos.....	15
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	17
3.1. Resultados .....	17
3.2. Discusión.....	81
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	82
4.1. Conclusiones:.....	82
4.2. Recomendaciones.....	83
V. REFERENCIAS .....	84
VI. ANEXOS.....	86

## Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de variables y operacionalización.....	11
Tabla 2. Equipo y maquinaria de producción de pilado del molino.....	19
Tabla 3. Pregunta 1: ¿Cuál es el tipo de mantenimiento que realizan en la empresa? ....	22
Tabla 4.Pregunta 2: ¿Con que frecuencia anual realizan mantenimiento a las máquinas de producción? .....	23
Tabla 5. Pregunta 03. ¿Cómo califica usted actualmente la gestión de mantenimiento en el molino? .....	24
Tabla 6.Pregunta 04: ¿Usted actualmente recibe alguna capacitación constante?.....	25
Tabla 7. Pregunta 05: ¿Según tu criterio, ¿Cómo califica las capacitaciones o planes realizados en su área?.....	26
Tabla 8. Pregunta 06: ¿Cuáles crees que son los problemas más comunes que se presentan en el área de producción?.....	27
Tabla 9.Pregunta 07: ¿Desde su punto de vista, ¿Quién crees que deba ser el encargado de dar soluciones a los problemas?.....	28
Tabla 10.Pregunta 08: ¿Se aplican la preparación de actividades de mantenimiento como inspección, ajustes, calibración, lubricación y limpieza en los equipos de trabajo?.....	29
Tabla 11.Pregunta 09: ¿Usted tiene conocimiento sobre el TPM?.....	30
Tabla 12.Pregunta 10: ¿Usted cree que aplicando el TPM mejorará la productividad del molino? .....	31
Tabla 13. Check List de las máquinas que operan en el área de estudio.....	34
Tabla 14. Diagrama de Pareto en base a la problemática más relevantes.....	36
Tabla 15. Valores de criticidad de las máquinas del primer semestre del 2023.....	38
Tabla 16. Escala de valoración de Frecuencia de Fallas .....	40
Tabla 17. Escala de valoración del Impacto en Seguridad y Medio Ambiente.....	40
Tabla 18. Escala de valoración del Impacto en Costos Directos de fallos .....	41
Tabla 19. Escala de valoración del Impacto en producción.....	41
Tabla 20. Valoración de Criticidad .....	46
Tabla 21. Niveles de criticidad de máquinas .....	47
Tabla 22. Análisis de Criticidad semestral de las máquinas .....	48
Tabla 23. Cálculo del MTBF, MTTR y Disponibilidad % .....	50
Tabla 24. Índice de rendimiento semestral. Enero-junio 2023.....	51
Tabla 25. Lista de verificación Seiri.....	52
Tabla 26. Lista de verificación Seiton.....	52

Tabla 27. Lista de verificación Seiso.....	53
Tabla 28. Lista de verificación Seiketsu .....	53
Tabla 29. Lista de verificación Shitsuke .....	54
Tabla 30. Tabla de puntuación de 5S. ....	54
Tabla 31. Productividad por Hora máquina enero-junio 2023.....	56
Tabla 32. Promedio semestral de productividad por hora máquina.....	57
Tabla 33. Evaluación de la decisión de aplicar el TPM. ....	58
Tabla 34. Tabla de la charla informativa del TPM. ....	59
Tabla 35. Política y metas.....	60
Tabla 36. Formato de Tarjeta Roja. ....	61
Tabla 37. Tabla de artículos según su frecuencia de uso. ....	61
Tabla 38. Cronograma de actividades Seiso.....	63
Tabla 39. Matriz de Estandarización 5S.....	63
Tabla 40. Tabla de puntaje de las 5S.....	65
Tabla 41. Calificación del antes y después de aplicar 5S.....	66
Tabla 42. Programa de mantenimiento planificado a las máquinas críticas. ....	68
Tabla 43. Programa de mantenimiento Preventivo. ....	69
Tabla 44. Actividades del programa preventivo.....	70
Tabla 45. Programa de capacitación en el área de pilado.....	72
Tabla 46. Programa de mantenimiento autónomo. ....	73
Tabla 47. Cronograma de capacitaciones.....	74
Tabla 48. Productividad por Hora máquina julio-diciembre (TPM) 2023.....	75
Tabla 49. Promedio semestral de productividad por hora máquina (TPM). ....	76
Tabla 50. Comparación de disponibilidad, productividad y rendimiento. ....	77
Tabla 51. Incremento de producción entre los dos semestres .....	78
Tabla 52. Costos de personal .....	78
Tabla 53. Costos por capacitación .....	78
Tabla 54. Costos por materiales .....	79
Tabla 55. Costos por herramientas .....	79
Tabla 56. Costos de repuestos de la descascadora.....	79
Tabla 57. Costos de repuestos de la descascadora.....	80
Tabla 58. Costo Total.....	80

## Índice de Figuras

Figura 1. Metodología 5S.....	10
Figura 2. Organigrama general de la empresa Molino. ....	18
Figura 3. Diagrama de operaciones del Pilado de la empresa. ....	21
Figura 4. Gráfico de pregunta 01 .....	22
Figura 5. Gráfico de pregunta 02. ....	23
Figura 6. Gráfico de pregunta 03. ....	24
Figura 7. Gráfico de pregunta 04. ....	25
Figura 8. Gráfico de pregunta 05. ....	26
Figura 9. Gráfico de pregunta 06. ....	27
Figura 10. Gráfico de pregunta 07. ....	28
Figura 11. Gráfico de pregunta 08. ....	29
Figura 12. Gráfico de pregunta 09. ....	30
Figura 13. Gráfico de la pregunta 10.....	31
Figura 14. Diagrama de Ishikawa del a organización.....	35
Figura 15. Gráfico de control Pareto en base a la problemática. ....	37
Figura 16. Gráfico de Pareto de máquinas críticas. ....	49
Figura 17. Gráfico radial actual de las 5S. ....	55
Figura 18. Organigrama de comité principal de TPM. ....	59
Figura 19. Área de pilado cumpliendo Seiso.....	62
Figura 20. Radial de comparación de 5S. ....	66
Figura 21. Formato de inspección.....	74

## Tabla de Anexos

Anexo A 1. Instrumento Check List de las máquinas de trabajo.....	86
Anexo A 2. Convalidación de herramienta Check List.....	87
Anexo A 3. Instrumento Entrevista al Jefe de planta y trabajadores.....	87
Anexo A 4. Convalidación de instrumento Entrevista.....	87
Anexo A 5. Instrumento Cuestionario al personal del molino. ....	87
Anexo A 6. Convalidación de instrumento Cuestionario.....	87
Anexo A 7. Carta de autorización para la recolección de la información. ....	87
Anexo A 8. Evidencia de turniting. ....	87
Anexo A 9. Ficha técnica de pulidora vertical Zaccaria (máquina crítica) .....	87
Anexo A 10. Implementación de las 5S (Seiso) en área de pilado. ....	87
Anexo A 11. Implementación del mantenimiento autónomo en pilado. ....	87

# APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN MOLINO, LAMBAYEQUE 2023

## Resumen

Esta investigación se realizó con el objetivo de aplicar el mantenimiento productivo total para mejorar la productividad de un molino, Lambayeque - 2023. La metodología de estudio es de tipo cuantitativo y el diseño corresponde a no experimental. Asimismo, se aplicaron instrumentos como cuestionario y una entrevista a los trabajadores para hallar las causas a la problemática y un Check list para encontrar las fallas de las máquinas que operan en el área de pilado del molino. Como resultados de la aplicación de las fases del TPM; se obtuvo un incremento de la productividad por hora máquina en un 7.97%, el rendimiento en 13.35% y el % de disponibilidad de máquina en una media de 6.22%, por lo cual refleja, una mejora significativa sobre todo en las máquinas más críticas como la descascaradora y la pulidora de agua. Además, se ha obtenido un beneficio costo de 1.2, es decir que por cada S/1 invertido se obtendrá S/ 0.2 de ganancia. Esto muestra que la implementación de la herramienta TPM es conveniente para la empresa.

**Palabras clave:** Mantenimiento productivo total, Productividad, TPM.

## **Abstract**

This research was carried out with the objective of applying total productive maintenance to improve the productivity of a mill, Lambayeque - 2023. The study methodology is quantitative and the design corresponds to non-experimental. Likewise, instruments such as a questionnaire and an interview will be applied to the workers to find the causes of the problem and a Check list to find the failures of the machines that operate in the mill's stacking area. As results of the application of the TPM phases; An increase in productivity per man hour was obtained by 7.97%, performance by 13.35% and the % of machine availability by an average of 6.22%, which reflects a significant improvement, especially in the most critical machines such as the huller and the water polisher. In addition, a cost benefit of 1.2 has been obtained, that is, for every S/1 invested, a profit of S/ 0.2 will be obtained. This shows that the implementation of the TPM tool is convenient for the company.

**Keywords:** Total Productive Maintenance, Productivity, TPM.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad problemática

El incremento de la productividad en las células de trabajo equipadas con centros de procesamiento está directamente influenciado por eficiencia de las máquinas tecnológicas y por el flujo de materias primas e información. La aplicación de tecnología moderna se deriva de la filosofía la Lean y puede incrementar la productividad de la empresa y trabajadores, al reducir costos de producción a través de economías de escala [1]. Sin embargo, a nivel mundial se ha observado la baja productividad a causa de fallos de las maquinarias que causan paradas de producción que afectan a la cadena total de las empresas tailandesas, ya que estas no aplican la herramienta Lean, TPM (Mantenimiento Preventivo Total). [2]

Existen cuellos de botella por falla de máquinas que no tienen un mantenimiento adecuado realizado por especialistas en el tema. La creciente ocurrencia de fallas contribuye al aumento de costos por tiempos y artículos fuera de las especificaciones causadas por las perturbaciones en el proceso productivo. [3]

[4] El objetivo fue analizar los defectos del proceso de producción de las piezas, para mejorar la eficiencia productiva, tomar acciones para reducir y eliminar ciertos defectos relacionados con el centro de mecanizado. Este estudio utilizó un enfoque descriptivo-experimental para examinar el impacto del TPM en la eficiencia de producción de los centros de mecanizado CNC. Mediante la aplicación de fórmulas de OEE, la investigación tuvo como objetivo cuantificar la mejora después de la implementación de TPM. Los resultados mostraron un impacto positivo, destacando la eficacia del TPM para impulsar la productividad. Antes, el valor de OEE se situaba en el 56,50%. Tras la implementación y acciones específicas para la mejora de la producción ajustada, el valor de OEE aumentó significativamente hasta el 65,59%. Esto representa una notable mejora del 9,09%. En conclusión, esta investigación presenta una herramienta que ayuda a medir el rendimiento del equipo y también identificar los principales desperdicios que llevaron a una disminución en la eficiencia de los centros de mecanizado CNC.

[5] La finalidad de esta investigación fue optimizar la productividad por medio de la herramienta Lean TPM en la industria de ingeniería vial de Tailandia. En la metodología se utilizaron lluvia de ideas, causa y efecto y diagrama de Pareto para identificar las causas fundamentales de los desperdicios, cuellos de botella y problemas. Los hallazgos

principales demostraron que el TPM es un método eficiente que trae beneficios para la empresa, entre los cuales tenemos: mayor disponibilidad de equipos y máquinas y mayor índice de rendimiento. Esto se puede aplicar en grandes, medianas y pequeñas empresas. En conclusión, se demuestra que la implementación de las técnicas TPM se puede aplicar en organizaciones que laboran en la industria de la ingeniería de carreteras, que es la industria no manufacturera, así como en las pequeñas empresas.

[6] Investigadores de Malasia estudiaron cómo los enfoques Lean impactaban la productividad en IBS Manufacturing. Utilizaron Value Stream Mapping y evaluaciones comparativas para evaluar el desempeño y la productividad total antes y después de implementar métodos Lean. Los resultados fueron positivos: todos los departamentos de fabricación vieron mejoras. En general, el índice de rendimiento de la planta saltó de 0,75 a 0,78, lo que indica un aumento del 4% en la producción total. Esto demuestra que los métodos Lean, como TPM, pueden ser eficaces para impulsar la productividad. El estudio también sugiere que identificar e implementar características clave de Lean puede ayudar a las empresas a alcanzar niveles más profundos de integración Lean.

Al no implementar un programa de gestión de mantenimiento (TPM) ha tenido serias consecuencias en las empresas rumanas. Las piezas con defectos han aumentado debido a la ineficiencia de las maquinarias y a las constantes paradas de producción. Por lo cual se debe tomar acciones para reducir los defectos en tales empresas. [4]

[7] El objetivo del trabajo fue analizar la actualización de las líneas tecnológicas utilizadas para la producción de concentrado de óxido de zinc en una empresa de Polonia. La metodología fue de diseño experimental, tipo cuantitativa, los propósitos detallados del estudio incluyeron el análisis del tiempo de falla, parada de las líneas tecnológicas planificadas 1 y 6 para el procesamiento de cenizas volantes de acero, y la línea 2 para el procesamiento de lodos que contienen zinc. En el estudio se utilizó los elementos del método TPM (Mantenimiento Productivo Total). Se desarrollaron los histogramas para el tiempo de inactividad planificado y fallas de líneas tecnológicas individuales para un período de un año. Entre los principales hallazgos tenemos; que se permitió identificar las unidades que requieren atención para reducir el tiempo promedio de falla (MTTR) y de esa manera incrementar la capacidad de producción del óxido de zinc concentrado. Los cálculos muestran claramente que el horno rotatorio en todas las líneas tecnológicas analizadas es un componente sujeto al mayor número posible de fallas y absorbe la mayor cantidad de tiempo para restaurar la disponibilidad de toda la línea tecnológica. En conclusión, con la

finalidad de incrementar la capacidad productiva, se propuso eliminar su tasa de fracaso por el uso de un cañón industrial de la empresa Winchester aplicando la herramienta TPM.

En Perú no es ajeno a las consecuencias por un inadecuado mantenimiento en las empresas industriales y de manufactura. La problemática identificada en el área, según artículo revisado, se debe al resultado de distintos puntos, como un nivel alto de desconformidad, fallas o paros de máquinas, tiempos de preparación altos o falta de planificación [8].

[9] La investigación tuvo como objetivo aplicar el mantenimiento preventivo usando las herramientas de: mantenimiento. Predictivo y TPM en la Pesquera Pacasmayo EIRL; ya que después de analizar los problemas continuos en el área de producción se detectó que sus causas principales se originan por ineficiencias en el mantenimiento. El estudio utilizó un diseño no experimental, recogiendo datos y utilizando herramientas específicas para analizar los procesos de producción y mantenimiento de la organización. Los resultados muestran que al aplicar el TPM, demuestra un incremento de la producción; así como, un aumento de la efectividad del equipo total al 15%. Hubo una reducción de las deficiencias en las máquinas luego de la implementación de mejoras, el OEE del motor principal pasó de un 70% a un 83% y en el caso del compresor de refrigeración se calculó que, de un 71%, se mejoró a 86%. En conclusión, debido a la aplicación de estas herramientas Lean, la productividad aumentó y esto se vio reflejado en los costos originados inicialmente por el mal funcionamiento de las máquinas.

Así las empresas revelan un nivel bajo de eficiencia en sus actividades laborales. Las causas de este problema son la elaboración repetitiva y los productos defectuosos, esto se debe a causa de la inadecuada planificación de programas de mantenimiento y capacitación para los trabajadores, trayendo consigo constantes paradas de producción e insatisfacción de los operarios en su área de trabajo. [10]

[11] Este estudio tuvo como objetivo general aportar investigaciones al sector que puedan contribuir a optimizar la productividad en la procesadora de calamar gigante de PCEPE al reducir las averías de las máquinas. El estudio fue pre - experimental, cuantitativo. La propuesta comprende un modelo de gestión de mantenimiento reforzado con herramientas de manufactura esbelta como TPM, 6S y mejora continua. El plan piloto se implementó durante 6 meses en la línea de producción de aros de calamar gigante, producto estrella de la empresa. Como resultados al implementar el modelo de gestión, se

reportó un decrecimiento del 39% en el tiempo inactivo de la planta, por otro lado, los costos de mantenimiento también se minimizaron en un 16%, lo que a su vez aumentó la disponibilidad y productividad de las máquinas en 784 toneladas anual. Se concluye que el modelo TPM es eficiente para incrementar la productividad en empresas pesqueras peruanas.

[11] Se ha detectado baja eficiencia de operación de las plantas productivas peruanas. Los empresarios no priorizan las labores de mantenimiento de los equipos, a largo plazo trae consecuencias que aumentan los costos y los artículos defectuosos.

[12] El objetivo fue analizar la influencia entre TPM y la productividad de la empresa estudiada la metodología fue aplicativa, de corte transversal. Se aplicaron dos cuestionarios: TPM y productividad. Los resultados hallados mencionan que la herramienta Lean influye en un 85,9% de la mejora de la productividad. En conclusión, si existe una dependencia de las dos variables de estudio; el TPM y su adecuada aplicación si influye en la productividad de la empresa de leche evaporada.

[13] La finalidad de la investigación fue reducir las horas de baja productividad de una empresa de sector plástico en Perú, que representan una gran pérdida monetaria para esta. La metodología del artículo realizó un estado del arte del tema de investigación. Los principales hallazgos es que se logró elevar la capacidad instalada del 72% a un 93.5% con la reducción de las mudas. Se concluye que la implementación del TPM en una empresa mediana del sector plástico es viable y rentable.

[14] La investigación tuvo como propósito elaborar un plan de TPM para aumentar la productividad de la primera planta de la agroexportadora Gandules. La metodología es de diseño experimental, estuvo conformada por los equipos de área de producción y se utiliza como herramienta un cuestionario. Los principales hallazgos mencionan que los puntos a ser mejorados de la empresa tienen que ver con los métodos de trabajo, organización y gestión de las operaciones. Especialmente el programa de mantenimiento preventivo. En conclusión, se afirma que la propuesta de TPM si influye en los operarios y en la empresa agroindustrial estudiada.

[15] El objetivo principal fue implementar el TPM en el proceso de extracción de jugo de trapiche en la empresa estudiada y medir el impacto en la productividad. La investigación es aplicada. Se utilizó el tipo de diseño pre experimental con dos conjuntos: "pre prueba y post prueba". La muestra estuvo conformada por el área de extracción de jugo de caña. Los

hallazgos más relevantes muestran una reducción en los costos, aumento el OEE hasta 3%. En conclusión, implementar el TPM es conveniente y trae una serie de beneficios que incrementan la productividad de esta.

Actualmente el molino se encuentra ubicado en la región de Lambayeque, está dedicado al pilado y comercio de arroz. Lamentablemente, se ha detectado dificultad en el área de producción, por el inadecuado control de averías e incidencias, lo que no permite establecer el tiempo entre fallas o las máquinas que originan las averías. La empresa solo realiza mantenimiento correctivo que no cuenta con los indicadores necesarios y no existen procedimientos ante acontecimientos por averías de máquina u por malas acciones de los operarios.

## **1.2. Formulación del problema**

### **Formulación general del problema**

- ¿De qué forma la aplicación del mantenimiento productivo total mejora la productividad en un molino de Lambayeque?

### **Formulación específica del problema**

- ¿Cómo efectuar un diagnóstico del nivel de productividad actual de la empresa molinera?
- ¿Cómo se aplica la herramienta TPM para mejorar la productividad del molino?
- ¿Cómo comparar el nivel de productividad anterior y posterior de la aplicación de mejora?
- ¿Cómo establecer el beneficio – costo de la propuesta de mejora?

## **1.3. Hipótesis**

### **Hipótesis general:**

- La aplicación del TPM mejora la productividad en un molino de Lambayeque.

### **Hipótesis específicas:**

- El diagnóstico determina el estado actual de la productividad de la empresa molinera.
- La implementación de la herramienta TPM mejora la productividad del molino.

- La comparación determina el nivel de productividad antes y después de la aplicación de mejora.
- El análisis beneficio – costo analiza económicamente la propuesta de mejora.

#### **1.4. Objetivos**

##### **Objetivo general:**

- Aplicar el mantenimiento producto total para mejorar la productividad de un molino en Lambayeque.

##### **Objetivos específicos:**

- Efectuar el diagnóstico del estado actual de la productividad de la empresa
- Aplicar la herramienta TPM para mejorar la productividad del molino.
- Comparar el nivel de productividad anterior y posterior al aplicar la herramienta TPM.
- Realizar el análisis beneficio – costo de la mejora.

#### **1.5. Teorías relacionadas al tema**

##### **Productividad**

Es la relación entre la cantidad de productos producidos por una empresa u organización en comparación con la cantidad de recursos empleados. Además, hay que tener en cuenta que está involucrada con el uso óptimo de los recursos, los cuáles pueden ser de tres tipos: humanos, materiales y documentarios. Hay que destacar que un nivel elevado de esta variable significa obtener mayor producción con una cantidad adecuada de los insumos mientras que la calidad de los productos se mantiene. Además, la productividad se considera en base a la eficiencia y eficacia del trabajo.

Dado que la globalización tiene un efecto sobre la competencia continua en toda la industria empresarial. Como resultado, muchos investigadores han recomendado que la definición de productividad como la relación entre el producto y el insumo, así como los términos de eficiencia y eficacia resultantes del uso de esos recursos, es una visión estrecha e inapropiada para medir el éxito de la empresa.

Por lo tanto, la noción moderna de productividad incluye la consideración de los costos sociales y ecológicos, el cumplimiento de la demanda de productos de los consumidores que cambian con el tiempo, la supervivencia en la alta competencia y la agilidad y velocidad para adaptarse a cumplir. necesidades del cliente [16]

**Producción:**

$$\text{Producción: } P_{\text{máq}(h-m)} = \frac{\text{Producción}}{\text{Horas máquina}} = \text{Productividad } x \text{ hora máquina}$$

**Mantenimiento productivo total**

Esta herramienta de gestión es una filosofía proveniente del país oriental de Japón y que tiene como propósito buscar la eficiencia de los equipos y máquinas de los procesos de producción. Así mismo, tiene como finalidad incrementar las habilidades de los trabajadores y brindar capacitación en el uso y mantenimiento correctos de los equipos. Si una empresa pone en práctica esta herramienta, puede tener beneficios tales como: mayor tiempo de producción, menor tiempo de paradas, además de reducir costos por mantenimiento, mayor calidad de los productos, entre otros.

**Indicadores:****Disponibilidad:**

$$\text{Disponibilidad} = \frac{TT - TI}{TT} * 100\%$$

**MTBF (tiempo promedio entre fallas):**

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación (TT)}}{\text{Número de fallas (N)}}$$

**MTTR (tiempo promedio de reparación):**

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparación (TI)}}{\text{Número de fallas (N)}}$$

**Rendimiento:**

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción real } x \text{ mes}}{\text{Producción teórica } x \text{ mes}} * 100\%$$

Se pretende conseguir cero fallos, defectos e inconveniente en la línea de producción de trabajo. El impacto del TPM hace que cada vez más empresas la apliquen para mejorar su capacidad de respuesta y cumplir con los requisitos de los consumidores.

El TPM se define como el diseño para incrementar la eficacia de las máquinas, logrando la mejora de la eficiencia general de la productividad y otras actividades relacionadas a este. Esto implica maximizar el ciclo de vida de las máquinas, y tiene como objetivo involucrar a todos los departamentos y niveles de jerarquía de la organización [17].

El mantenimiento productivo total brinda un método extenso para toda la organización para la gestión del mantenimiento que generalmente se separa en elementos a corto y largo plazo. En primer lugar, las atenciones a corto plazo se centran en una programación de mantenimiento autónomo para el departamento de producción y el desarrollo de habilidades para las operaciones y el mantenimiento individual. Por otro lado, los esfuerzos a largo plazo se concentran en el diseño de nuevas máquinas y la reducción de los orígenes del tiempo perdido en los equipos.

#### **Objetivos del TPM**

- Uso más eficiente de los equipos
- Colaboración y participación de los empleados de todos los departamentos que poseen equipos
- Aumento de las horas de trabajo de los equipos
- Apoyo del equipo de gestión
- Uso de equipos para la mejora continua
- Reducir el tiempo de entrega, respectivamente mantener y aumentar la calidad de los productos

#### **Pilares del TPM**

Se enfoca en pilares, de los cuales el más destacado es el mantenimiento autónomo. Este mantenimiento incluye operaciones cuyo propósito es capacitar al personal para que puedan detectar anomalías y realizar reparaciones simples.

- Mejora enfocada
- Mantenimiento planificado
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento autónomo

- Mantenimiento de la calidad
- Capacitación y educación al personal involucrado.
- Áreas administrativas
- Seguridad y medio ambiente.

### **Fases de Implementación de TPM**

La implementación del TPM es un proceso que se ejecuta en 4 fases:

#### **A. Fase de Preparación:**

Se realiza un programa descrito de las acciones que se realizarán para ejecutar un plan de TPM

- La alta gerencia expone la aplicación del TPM
- Se brindan instrucciones sobre el TPM
- Instaurar políticas de aplicación

#### **B. Fase de Introducción:**

En esta etapa se realiza reuniones con las partes interesadas de la compañía para explicar los principios y objetivos de TPM.

#### **C. Fase de Implementación**

##### **Filosofía 5s**

[13], menciona que la 5s tiene como objetivo estandarizar un programa que sus funciones principales es el orden y la limpieza con la finalidad de ahorrar tiempo, recursos y actividades que no aportan valor a los procesos y operaciones. Sus 5 principios son:

- **Seiri:** Separar los objetos que no sean útiles en los procesos e indicando utilizando tarjetas rojas aquellos objetos que deben ser retirados de las áreas.
- **Seiton:** Se ordenan los elementos clasificados como útiles, con la finalidad de ir modelando los espacios dentro del área, de manera ordenada y eficiente.
- **Seiso:** Hacer una limpieza de las áreas identificando los defectos para eliminarlos. Cada personal se encarga de mantener limpia su área de trabajo [13].
- **Seiketsu:** Realizar la estandarización de las técnicas y metodologías aplicadas en el orden de los elementos de las áreas, los programas deben estar documentados.

- **Shitsuke:** Esta fase, conocida como disciplina tiene el objetivo de crear un hábito en los trabajadores respecto a las actividades de orden y limpieza para que se ejecuten constantemente.



**Figura 1. Metodología 5S.**

**Fuente:** [13]

En la Figura 1, se observa la metodología 5S, mediante un gráfico en el cual se observan las 5 herramientas que la conforman.

#### **D. Fase de Consolidación**

Se ajustan las diversas operaciones para afianzar los objetivos del diseño de la implementación, considerando nuevas tecnologías y metodologías para su desarrollo.

## **II. MATERIALES Y MÉTODO**

### **2.1. Tipo y diseño de investigación**

La investigación es de tipo cuantitativa. [20] menciona que el “principal objetivo es la medición y cálculo del objeto de estudio y buscar medir las variables utilizando magnitudes y parámetros” (p.28). Entre otras características tenemos:

- Busca probar hipótesis
- Favorece la objetividad de los resultados
- Se vale del método deductivo
- Trabaja con diseños de investigación experimentales, tipo causal
- El proceso de los datos se basa en cifras y estadística

Por otro lado, el diseño no experimental; la investigación es aplicada, porque busca soluciones a problemas en un contexto determinado, buscando la utilización de conocimientos.

### **2.2. Variables y Operacionalización**

Tabla 1. Tabla de variables y operacionalización.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	TIPO DE VARIABLE	ESCALA
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Mantenimiento Productivo Total	Es un mantenimiento que tiene como objetivo aumentar la eficacia de las máquinas, lo que lleva a mejoras generales de eficiencia en la línea de producción y actividades relacionadas. Esto implica maximizar el ciclo de vida de la maquinaria [17].	Herramienta de gestión que analiza la disponibilidad de funcionamiento del equipo, pérdidas de tiempo de paradas y mejora el rendimiento de la maquinaria.	Disponibilidad	$Disponibilidad = \frac{TT - TI}{TT} * 100\%$ $MTBF = \frac{Tiempo\ total\ de\ operación\ (TT)}{Número\ de\ fallas\ (N)}$ $MTTR = \frac{Tiempo\ total\ de\ reparación\ (TI)}{Número\ de\ fallas\ (N)}$	Guía de Entrevista	Numérica	Razón
			Rendimiento	$Rendimiento = \frac{P_R}{P_T} * 100\%$ $P_R = Producción\ real$ $P_T = Producción\ teórica$	Cuestionario		
			Herramienta 5S	<b>Seiri:</b> Eliminar lo innecesario del espacio de trabajo. <b>Seiton:</b> Definir un lugar para cada elemento y en su lugar correspondiente. <b>Seiso:</b> Mantener todas las áreas de trabajo limpias. <b>Seiketsu:</b> Sostener las mejoras y crear nuevos hábitos. <b>Shitsuke:</b> Cumplir y mantener la mejora y la disciplina.	Check List		

			Mantenimiento Planificado	Programa de mantenimiento planificado a las máquinas críticas.			
			Mantenimiento Preventivo	Programa de mantenimiento Preventivo			
			Mantenimiento Autónomo	Programa de mantenimiento Autónomo			
			Capacitación y Educación	Programa de capacitación.			
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Productividad	Es la conexión existente entre la suma de productos producidos por una empresa en comparación con la cantidad de recursos empleados, hay que tener en cuenta que está involucrada con el uso óptimo de los recursos, los cuáles pueden ser, materiales y documentarios.	La productividad se mide efectuando producción entre horas máquina para establecer las operaciones que se están realizando.	Productividad	$P_{máq(h-m)} = \frac{\text{Producción}}{h - m} = P_{/h-m}$ <p><math>h - m = \text{Horas máquina}</math></p> <p><math>P_{/h-m} = \text{Producción } x \text{ hora máquina}</math></p>	Análisis documental	Numérica	Razón

Fuente: Elaboración propia.

### **2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección:**

#### **Población**

Está constituido por la cantidad total de unidades de estudio, es decir, aquellos elementos (personas, objetos, fenómenos, etc.) que pertenecen e interactúan con el contexto de investigación. Si la población es pequeña, se puede tomar la cantidad total, los especialistas recomiendan la cantidad de 200 unidades de análisis como límite para el muestreo poblacional. La población de esta investigación la conforman las 28 máquinas de la empresa molinera.

#### **Muestra**

[20] menciona que “es una porción del total de unidades de análisis que representa la población, es decir, una parte determinada que se selecciona con la finalidad de estudiar y medir las características de dicha población” (p.55).

Para este estudio, se trabajará con un muestreo poblacional, que está conformado por las 28 máquinas del molino.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Son aquellas acciones y procedimientos que permiten recolectar, procesar y estudiar los datos obtenidos.

#### **Técnicas de recolección de datos**

##### **Técnica Documental – Fichaje**

Se realiza en las etapas iniciales de la indagación de información, permite revisar diversos artículos y documentos de fuentes primarias y secundarias para elaborar el marco teórico y aterrizar en los estudios de la investigación.

##### **Técnica de Campo – Observación**

Permite obtener información mediante el estudio visual directo y análisis del fenómeno de estudio. [20] afirma que la observación científica es “sistemática y objetiva y evita caer en errores propios de la subjetividad” (p.62). La observación que se usará en la investigación es la participante, en la cual el investigador observará los acontecimientos y situaciones de manera directa.

## **Encuesta**

Es la técnica que permite recoger los datos que otorguen los individuos de una población, para determinar cuáles son sus opiniones, intereses, punto de opinión, experiencias, entre otros factores del objeto de estudio.

## **Guía de Entrevista**

Es una técnica cualitativa que recolecta la información, en el cual el investigador realiza una serie de preguntas seleccionadas a un especialista o experto en el tema con el propósito de obtener información sobre el estudio que este ejecutando.

## **Instrumentos de recolección de datos**

### **Guía de observación**

Se usa como un instrumento la observación como técnica, permitiendo registrar los fenómenos observados. "Tiene que incluir: fecha, lugar, hora, situación, funciones, actividades y rol del observador. La redacción es descriptiva y se puede añadir opiniones personales, juicios y notas de diálogo" [21]

### **Cuestionario**

Son un conjunto de preguntas, que suelen ser abiertas o cerradas, las cuales son estructuradas y ordenadas antes de redactarlas. Es utilizado como instrumento de la entrevista y encuesta, se debe tener un cuidado especializado en la redacción de las preguntas, pues podría incurrir en la obtención de datos superfluos y sin importancia relevante en la investigación.

### **Fichas documentarias**

Contienen información que se obtiene de la investigación, es un instrumento auxiliar valiosos pues permite ahorrar dinero, espacio y tiempo. Entre sus características tenemos: incluyen ideas o hechos, permite que el investigador encuentre información requerida de manera eficaz y rápida.

### **Check List**

Es un instrumento de recolección de información, que tiene como finalidad revisar si se están cumpliendo ciertos requisitos o características de un proceso o material. Para

ello, se recolecta datos de manera ordenada en un formato que, posteriormente es analizado por el investigador.

### **Condición de validez**

De acuerdo [20] “es una exigencia básica, que permite asegurar la exactitud de la data recolectada. Para que el instrumento sea confiable debe medirse en varias oportunidades y distintos momentos, en los cuales debe arrojar los mismos resultados”.

### **Condición de confiabilidad**

Es el nivel de confianza que tiene un instrumento, el cual se obtiene cuando este logra obtener los mismos resultados en todas las veces que se ha aplicado. Para esto se deben elaborar minuciosamente, ya que un instrumento defectuoso podría producir dificultades en la investigación, como, por ejemplo:

- No se pueden aplicar las pruebas.
- Los datos no sirven para encontrar las respuestas al problema.
- Los datos son difíciles de tabular y procesar.

## **2.5. Procedimientos de análisis de datos**

Como inicio, este paso se recolectan datos y el diagnóstico situacional actual de la empresa, es por ello que se aplican los instrumentos validados previamente. Estos datos serán almacenados en archivos digitales.

El segundo paso, es procesar la data obtenida usando diversas ayudas informáticas como los programas Excel para la recolección de datos y Word, para la redacción de los resultados y análisis.

Por último, se presentan los resultados en diversos gráficos didácticos que permitan su análisis y la obtención de las conclusiones de la aplicación de la herramienta de mejora en el estudio.

## **2.6. Criterios éticos**

De acuerdo a [22] la ética promueve los valores en las actividades que realiza el investigador en su entorno. Por lo cual, para el desarrollo de esta investigación se han reunido datos reales de diferentes fuentes.

### **Confidencialidad:**

Se protegerá los datos de todos los especialistas y colaboradores del Molino Don Julio que brinden información confidencial durante el desarrollo de la investigación.

**Transparencia en los datos hallados:**

Todos los datos y resultados serán presentados tal cual se obtengan sin modificarlos o alterarlos para beneficio personal del investigador o de otra índole similar.

**Consentimiento informado:**

Las personas que participaron en esta investigación, ya sean los trabajadores de la empresa o especialistas, fueron informados de sus derechos y responsabilidades con anticipación para que den su aprobación respecto a la participación en este estudio.

**Veracidad:**

En este criterio ético se busca que la información obtenida sea verdadera. Los hallazgos fueron comprobados y constatados para brindar información cabal y precisa.

**Criterios de rigor científico**

El criterio de rigor científico comprende todas las partes de la investigación, nos brinda valorar la implementación científica y escrupulosa de los métodos de investigación. A continuación, se presentará los criterios de rigor científico:

**Confiabilidad:**

Se aplicó la estadística para obtener el nivel de consistencia de los instrumentos, además se ha buscado que la información obtenida y procesada sea precisa y consistente.

**Validación:**

Los resultados se han analizado y evaluado por especialistas y profesionales en el tema de estudio, específicamente de las variables: TPM y Productividad. Además, se estudiaron la eficacia de los instrumentos empleados, como el cuestionario y el formato de ficha de observación.

**Credibilidad:**

Se han establecido condiciones de rigurosidad científica en todo el desarrollo de la investigación para afirmar la credibilidad de los hallazgos y sustentar los resultados como fidedignos, para esto se ha seguido la guía del asesor especialista, quién ha validado estos resultados después de realizar cada análisis correspondiente. [23].

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### **Diagnóstico de la empresa:**

La empresa está dedicada a la comercialización de arroz y servicios de añejado, pilado, secado y reproceso. El molino cuenta con años dentro del mercado competitivo molinero, obteniendo una marca destacada llamada “caballero Carmelo” que los caracteriza y posiciona dentro del mercado competitivo molinero de la región de Lambayeque.

##### **Misión:**

Somos una empresa que brinda servicios eficientes como pilado, añejado a nuestros clientes mayoristas y minoristas para abastecer arroz de calidad. Cuentan con maquinaria adecuada para cumplir con las necesidades requeridas del mercado y satisfacer al cliente con un bajo costo y un servicio de calidad.

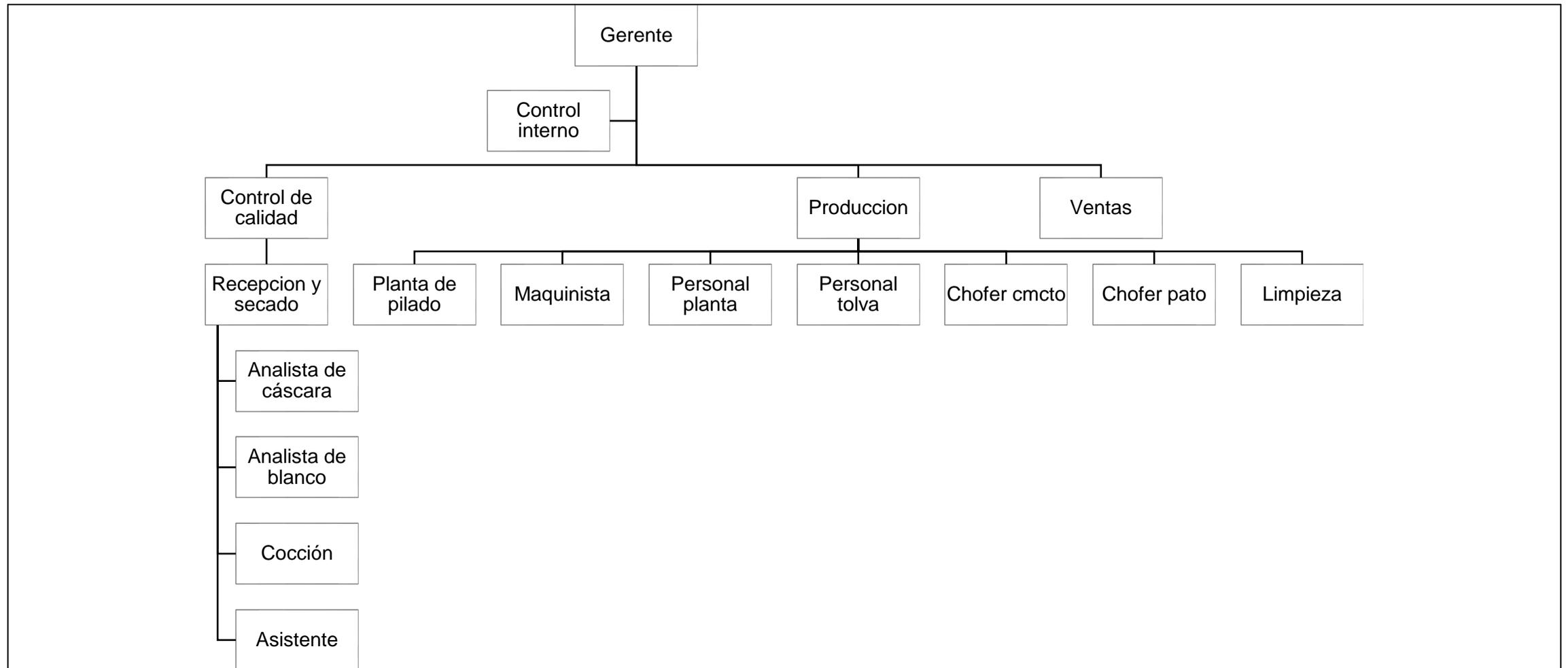
##### **Visión:**

Lograr un reconocimiento como una empresa número uno por la calidad del producto y de sus servicios para el consumidor, que pueda mantener un estándar alto de calidad y cumplir con las normas sanitarias, cumpliendo los requisitos de los mercados nacionales y locales para satisfacer a todos nuestros clientes.

##### **Valores:**

- Honestidad
- Puntualidad
- Integridad
- Respeto a los consumidores
- Responsabilidad social empresarial

**Organigrama:**



**Figura 2. Organigrama general de la empresa Molino.**

Fuente: Elaboración propia

### Equipo y maquinaria de producción:

Dentro de la empresa, las maquinarias de trabajo forman parte del proceso de pilado del molino, las cuales son las siguientes:

**Tabla 2. Equipo y maquinaria de producción de pilado del molino.**

N°	Maquinaria y equipo	Marca	Cantidad
1	Pre-Limpieza	Zaccaria	2
2	Descascaradora	Zaccaria	3
3	Mesa Paddy	Super Brix	2
4	Despedregadora	Zaccaria	1
5	Pulidoras	Suzuki	4
6	Lustradoras	Suzuki	2
7	Zaranda	Zaccaria	1
8	Clasificador	Super Brix	2
9	Selectora	Taiho	2
10	Balanza	VENTUS	1
11	Fajas elevadoras	Wuhan IMP	8

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 2, se presenta el número de cada máquina y equipo que operan en el área de pilado de arroz del molino.

#### Descripción del Pilado:

**Recepción de materia prima:** El arroz con cáscara ingresa a la tolva con ayuda de los estibadores, la cual cuenta con una capacidad de 500 sacos de 82,5 kg/saco al día.

**Pre-Limpieza:** Como primer proceso, el arroz ingresa a una máquina de zarandeo, la cual esta trabaja a una vibración y cuenta con una capacidad de 80 sacos/h, la cual filtra los granos de arroz permitiendo quitar los residuos extraños como la pajilla, semillas de hierbas, piedras, polvo y entre otros contaminantes que acompañan al arroz con cáscara.

**Despedregadora:** Para este proceso, el arroz pasa por la maquina Despedregadora, esta máquina aplica un sistema que separa y elimina impurezas finas como piedras, polvo, pajilla y otros elementos extraños.

**Descascarado:** El arroz en cascara ingresa a la descascaradora, la cual realiza mediante fricción por medio de unos rodillos de hule giratorios que retiran la gluma o lema estéril que son parte de la cáscara de arroz. La capacidad de la maquina es de 50 sacos/h.

**Separado Paddy:** Para este proceso el arroz pelado ingresa a la máquina Mesa Paddy, este equipo tiene como función separar el grano con cáscara en tres clases realizando un movimiento de vaivén, al primer tipo de grano es regresado a la descascaradora para que sea descascarillado correctamente, el segundo regresa a la mesa Paddy y el ultimo tipo de grano pasa a los pulidores.

**Pulido:** El arroz pelado al pasar los filtros de la mesa Paddy, ingresa con un color moreno (capa delgada de color rojo o gris y otros elementos que se adhieren al grano). En este proceso el grano pelado moreno es removido para darle brillo, pureza y un aspecto lizo. Para este proceso se realizan dos tipos de pulidos:

**Pulido seco:** Este tipo de proceso de pulido se aplica mediante una pulidora vertical de piedra que retira los tejidos adheridos al grano de arroz dejándolo limpio, pero sin brillo.

**Pulido con agua:** En este tipo de proceso de pulido se aplica en una pulidora de agua, la cual esta mediante el agua inyectada por presión le da brillo y lustre al grano pelado. Esta máquina para este tipo de proceso utiliza 30 lt de agua/toneladas de arroz.

**Zaranda rotativa Vaivén:** El grano de arroz pulido pasa por unas zarandas rotativas Vaivén, estas tienen como función separar el grano entero del grano quebrado, en este proceso se obtiene el ñelen (subproducto del arroz) y vota como residuos impurezas; el grano entero sube a las selectoras y el resto a las clasificadoras.

**Clasificador:** En este proceso el grano de arroz va a los clasificadores, este se encarga de separar en tres grupos: arroz blanco entero, arrocillo  $\frac{3}{4}$  y el arrocillo  $\frac{1}{2}$ . El grano de arroz blanco entero es pasado a la selectora y el resto de arrocillos son llevados a tolvas de recepción para comercializados como subproductos de arroz.

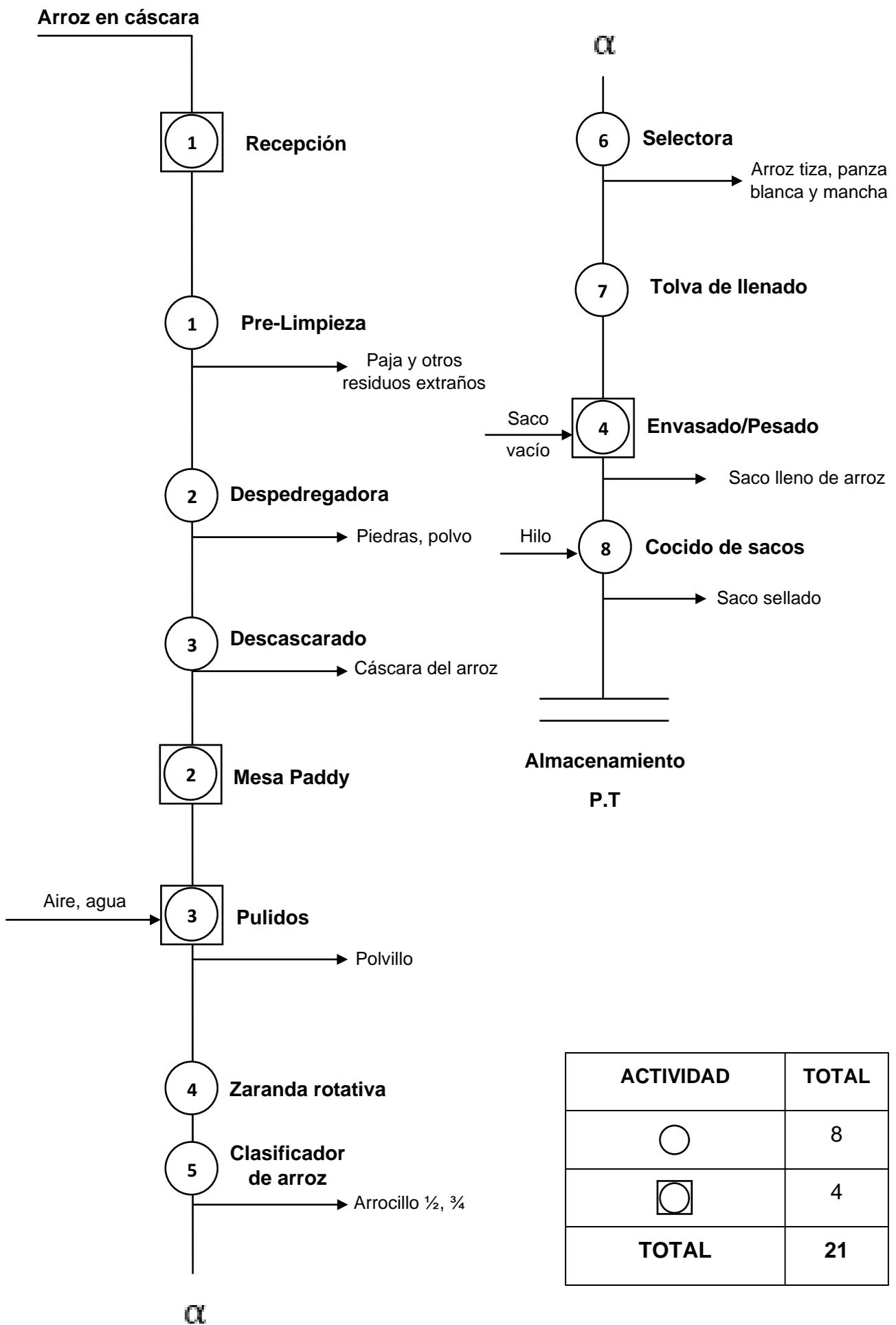
**Selectora:** La selectora realiza de manera semi-automática el separado del arroz de calidad mediante láser que identifica y separa el grano de calidad del grano de descarte.

**Envasado/Pesado:** Manualmente, la realiza un operario, este se encarga de llenar los sacos de arroz y pesarlos, el peso por cada saco es 50kg.

**Cocido de sacos:** Los sacos al ser llenados y pesados estos son sellados mediante una máquina manual que utiliza como material para coser hilo nylon.

**Almacenamiento:** Finalmente, una vez pesado y sellado los sacos de arroz blanco, se procede a almacenar el producto terminado listo para de su comercialización.

Diagrama de operaciones de proceso de Pilado:



ACTIVIDAD	TOTAL
○	8
◻	4
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>

Figura 3. Diagrama de operaciones del Pilado de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

## Análisis de la problemática

### Resultados de la aplicación de instrumentos:

#### Cuestionario:

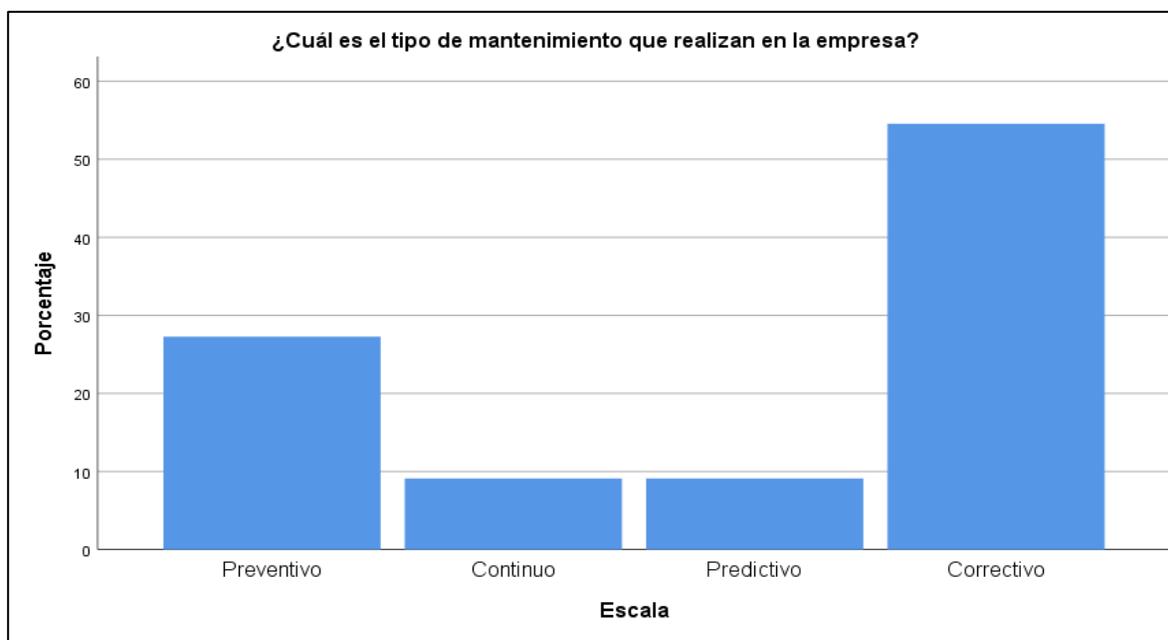
Se aplicó una encuesta a los 11 operarios del área de pilado, para determinar la situación actual de la empresa en esa respectiva área. Para realizar el análisis de la información se utilizó el programa IBM SPSS Statistics.

**Tabla 3. Pregunta 1: ¿Cuál es el tipo de mantenimiento que realizan en la empresa?**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Preventivo	3	25,0	27,3	27,3
Continuo	1	8,3	9,1	36,4
Válido Predictivo	1	8,3	9,1	45,5
Correctivo	6	50,0	54,5	100,0
Total	11	91,7	100,0	
Perdidos Sistema	1	8,3		
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100,0</b>		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3, se muestra que el 50% opina que el tipo de mantenimiento que realizan en la empresa es el correctivo, el 25% mencionó que realizan el mantenimiento preventivo y el 8% que realizan el continuo y predictivo.



**Figura 4. Gráfico de pregunta 01**

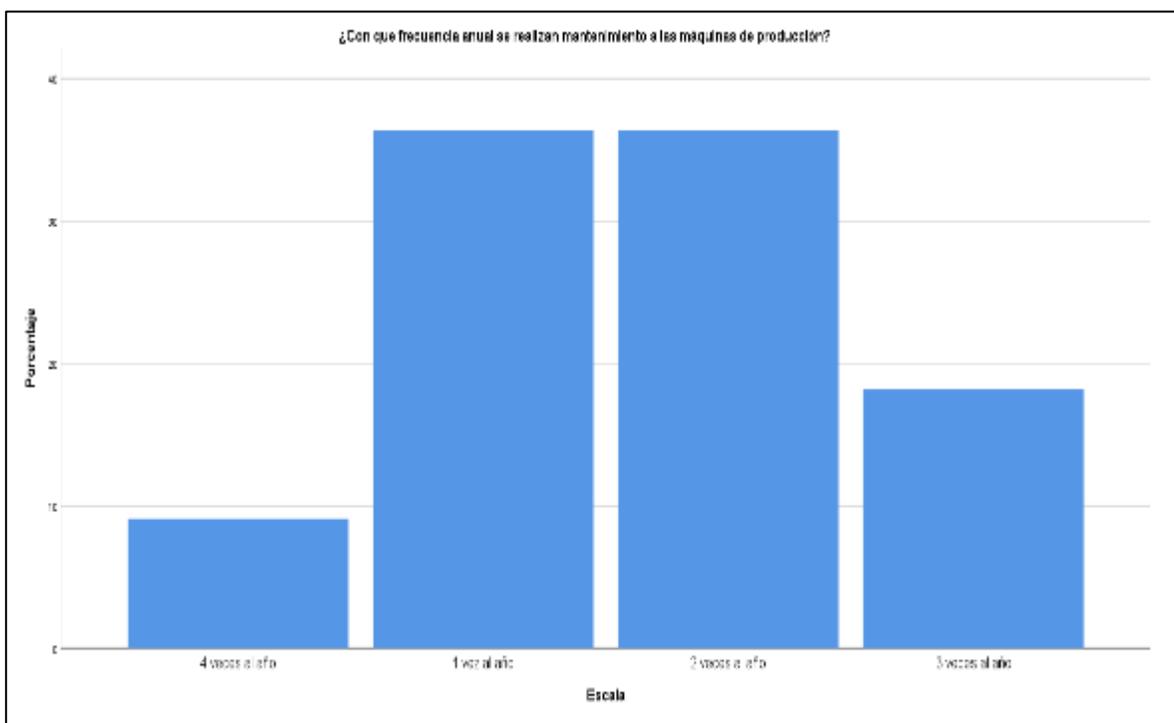
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4. Pregunta 2: ¿Con que frecuencia anual realizan mantenimiento a las máquinas de producción?**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	4 veces al año	1	8,3	9,1
	1 vez al año	4	33,3	45,5
Válido	2 veces al año	4	33,3	81,8
	3 veces al año	2	16,7	100,0
	Total	11	91,7	100,0
Perdidos	Sistema	1	8,3	
	<b>Total</b>	12	100,0	

**Fuente: Elaboración propia.**

Se puede visualizar en la Tabla 4, que el 33% opina que realizan mantenimiento a las máquinas cada 1 y 2 veces al año, el 16% que cada 3 veces al año y el 8% opina que cada 4 veces al año realizan mantenimiento a las máquinas de producción.



**Figura 5. Gráfico de pregunta 02.**

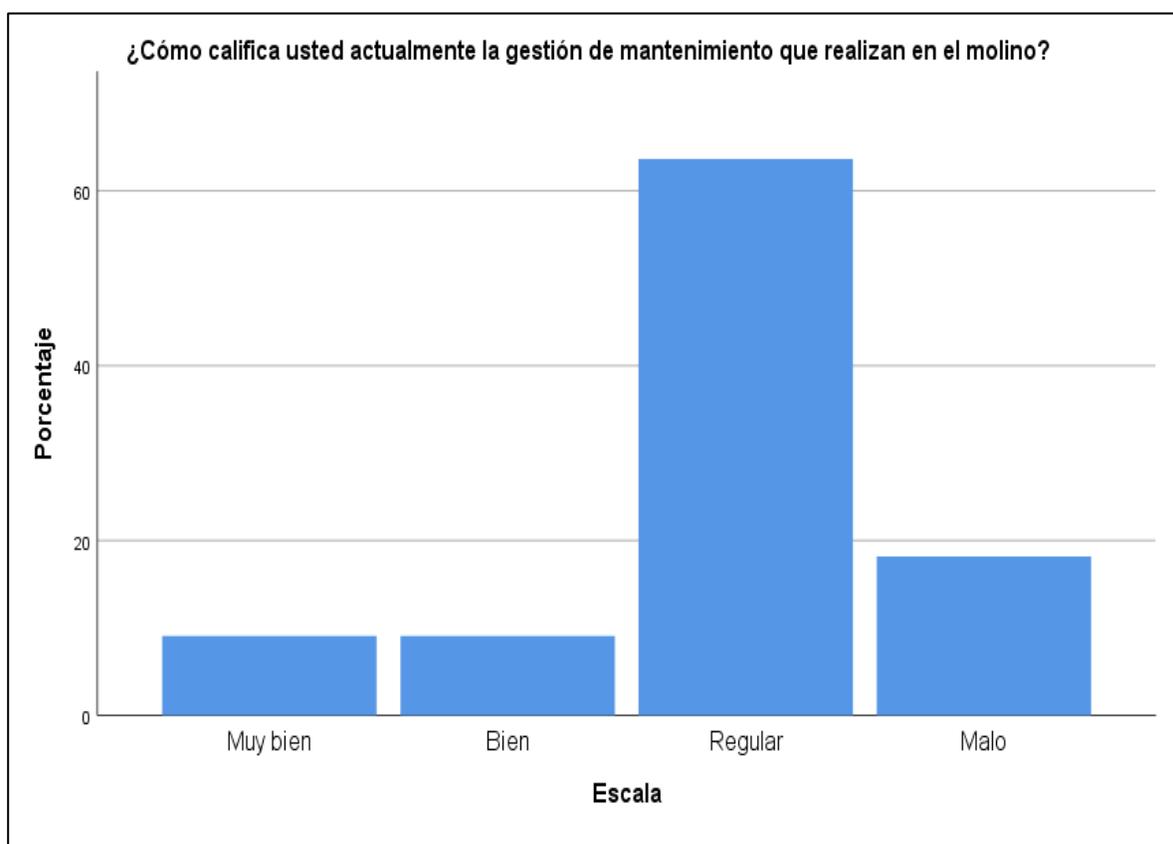
**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 5. Pregunta 03. ¿Cómo califica usted actualmente la gestión de mantenimiento en el molino?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Muy bien	1	8,3	9,1	9,1
	Bien	1	8,3	9,1	18,2
Válido	Regular	7	58,3	63,6	81,8
	Malo	2	16,7	18,2	100,0
	Total	11	91,7	100,0	
Perdidos	Sistema	1	8,3		
	<b>Total</b>	12	100,0		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5, se logra visualizar que el 58% de los trabajadores opinan regular la gestión de mantenimiento en el molino, un 17% opina que es malo su mantenimiento y el 8% califican como muy bien y bien la gestión de mantenimiento en el molino.



**Figura 6. Gráfico de pregunta 03.**

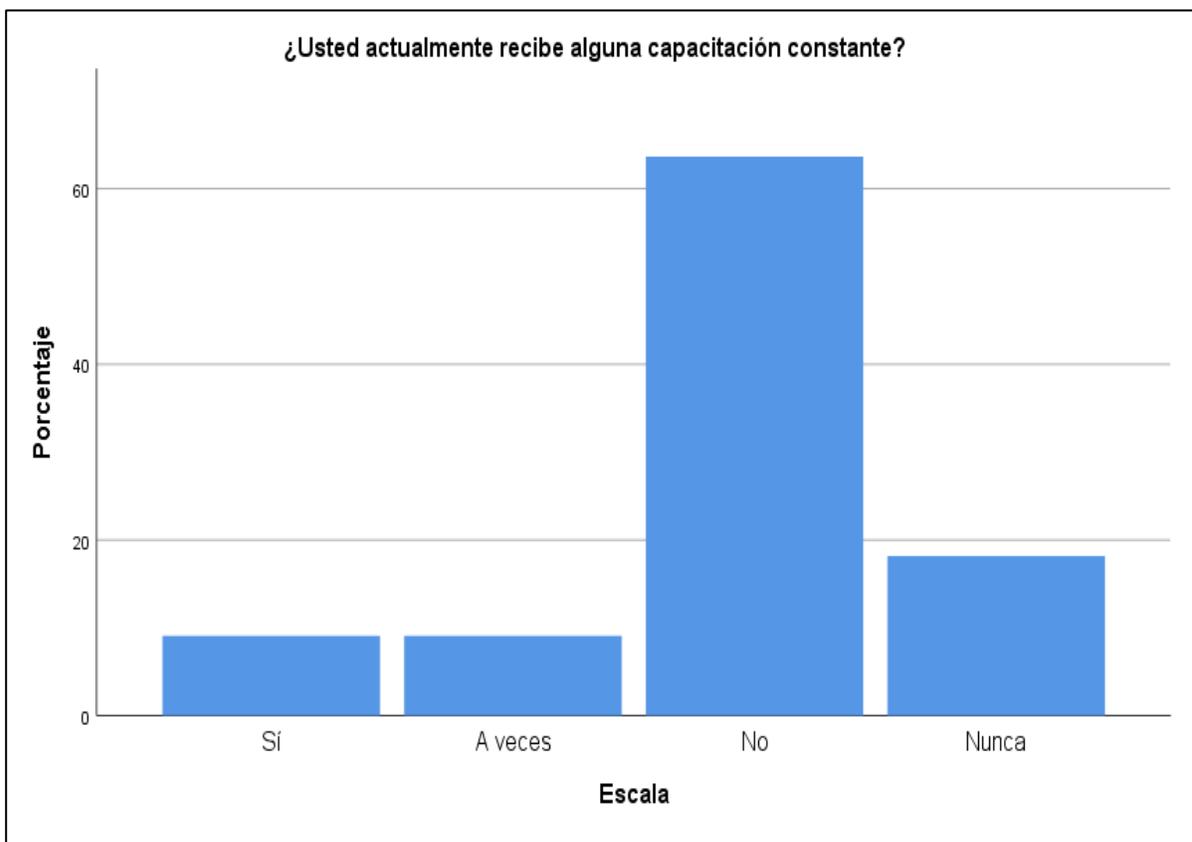
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6. Pregunta 04: ¿Usted actualmente recibe alguna capacitación constante?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Sí	1	8,3	9,1	9,1
	A veces	1	8,3	9,1	18,2
Válido	No	7	58,3	63,6	81,8
	Nunca	2	16,7	18,2	100,0
	Total	11	91,7	100,0	
Perdidos	Sistema	1	8,3		
	<b>Total</b>	12	100,0		

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 6, se evidencia que el 58% de los operarios mencionan que no reciben capacitaciones, el 16% menciona que nunca han realizado capacitaciones y el 8% a veces y sí reciben alguna capacitación constante.



**Figura 7. Gráfico de pregunta 04.**

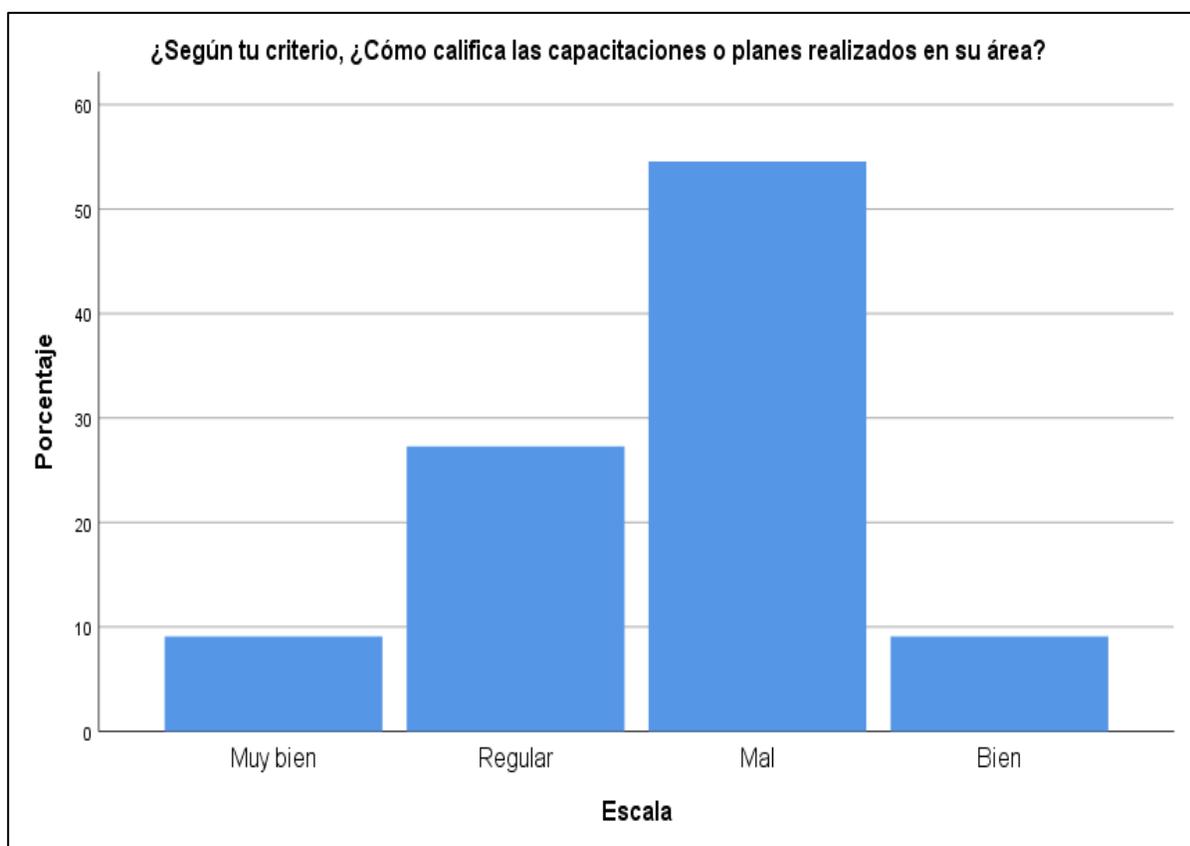
**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 7. Pregunta 05: ¿Según tu criterio, ¿Cómo califica las capacitaciones o planes realizados en su área?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Bien	1	8,3	9,1	9,1
	Regular	3	25,0	27,3	36,4
Válido	Mal	6	50,0	54,5	90,9
	Muy bien	1	8,3	9,1	100,0
	Total	11	91,7	100,0	
Perdidos	Sistema	1	8,3		
	<b>Total</b>	12	100,0		

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 7, se visualiza que la mayoría de trabajadores, el 55%, califican como las capacitaciones o planes realizados en su área, mientras que un 25% regular y un 8% opinan que muy bien y bien califican las capacitaciones.



**Figura 8. Gráfico de pregunta 05.**

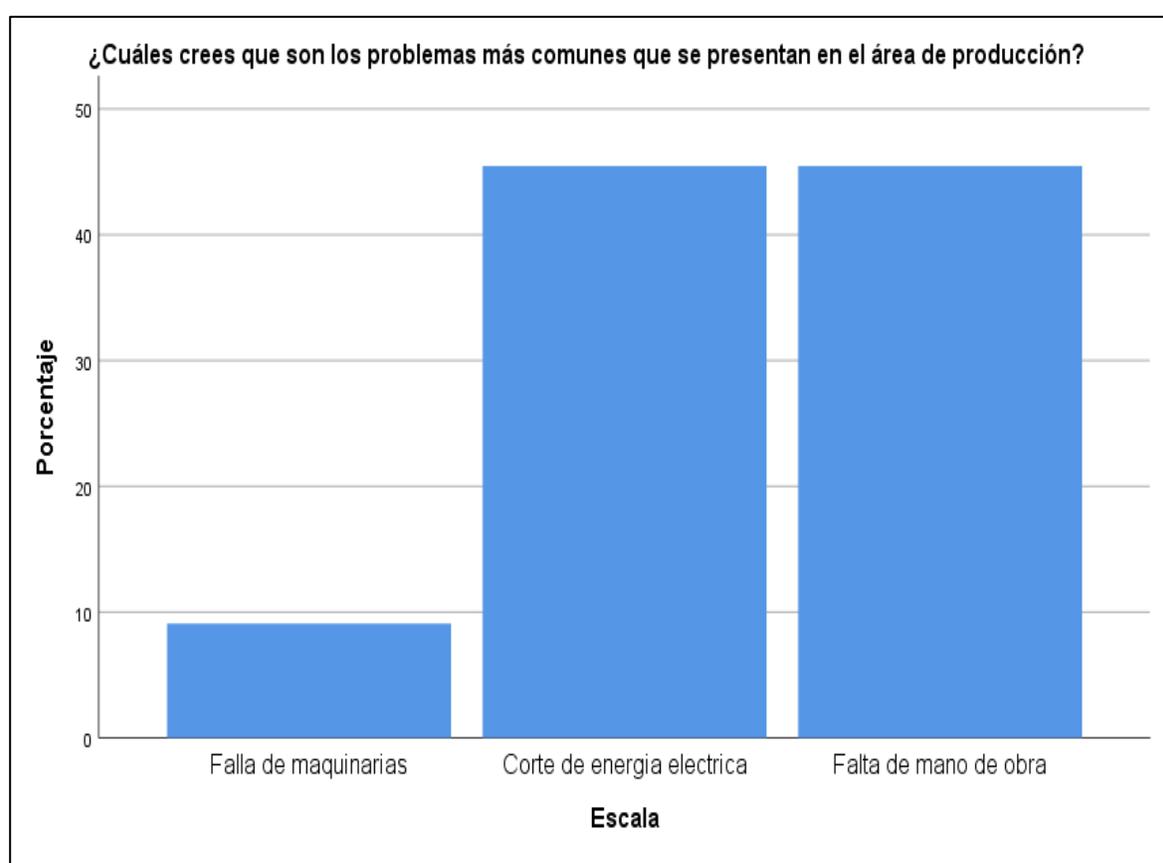
**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 8. Pregunta 06: ¿Cuáles crees que son los problemas más comunes que se presentan en el área de producción?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Falla en maquinarias	1	8,3	9,1	9,1
Válido	Corte de energía eléctrica	5	41,7	45,5	54,5
	Falta de mano de obra	5	41,7	45,5	100,0
	Total	11	91,7	100,0	
Perdidos	Sistema	1	8,3		
	<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100,0</b>		

**Fuente: Elaboración propia.**

En la Tabla 8, se muestra que el 42% de los operarios opinan que los problemas más comunes que se presentan son: el corte de energía y la falta de mano de obra, mientras que el 8% opina que son las falla en maquinarias.



**Figura 9. Gráfico de pregunta 06.**

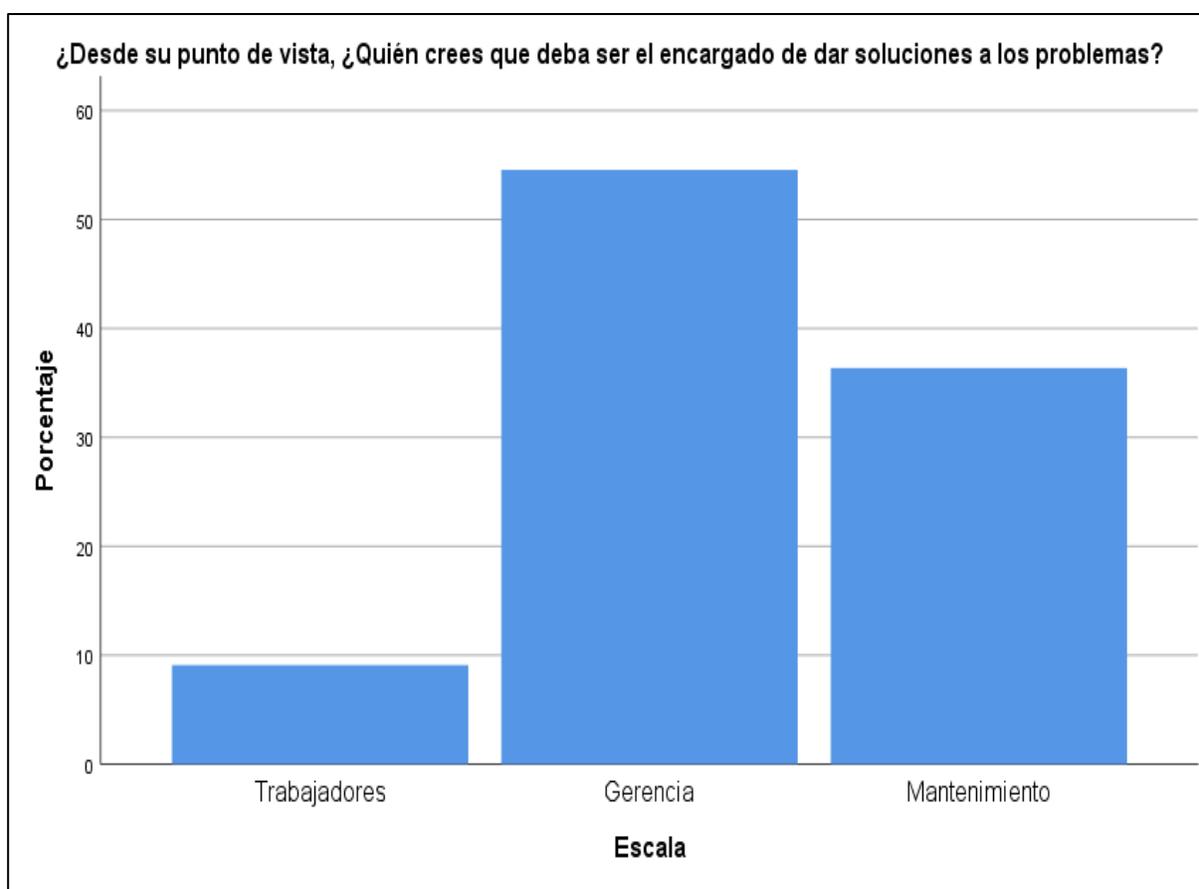
**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 9. Pregunta 07: ¿Desde su punto de vista, ¿Quién crees que deba ser el encargado de dar soluciones a los problemas?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Trabajadores	1	8,3	9,1	9,1
	Gerencia	6	50,0	54,5	63,6
	Mantenimiento	4	33,3	36,4	100,0
	Total	11	91,7	100,0	
Perdidos	Sistema	1	8,3		
	<b>Total</b>	12	100,0		

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 9, expone que el 50% de los trabajadores cree que el encargado para dar soluciones a los problemas es el departamento de Gerencia, mientras que un 33% asegura que debería ser el área de mantenimiento y un 8% los mismos trabajadores.



**Figura 10. Gráfico de pregunta 07.**

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10. Pregunta 08: ¿Se aplican la preparación de actividades de mantenimiento como inspección, ajustes, calibración, lubricación y limpieza en los equipos de trabajo?**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Casi siempre	1	8,3	9,1	9,1
Válido A veces	8	66,7	72,7	81,8
Nunca	2	16,7	18,2	100,0
Total	11	91,7	100,0	
Perdidos Sistema	1	8,3		
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100,0</b>		

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 10, muestra que el 67% de los trabajadores afirma que a A veces se aplicaron actividades de mantenimiento como inspección, ajustes, entre otros; en los equipos de trabajo, mientras que un 16% opina que nunca realizan y un 8% que casi siempre lo aplican.



**Figura 11. Gráfico de pregunta 08.**

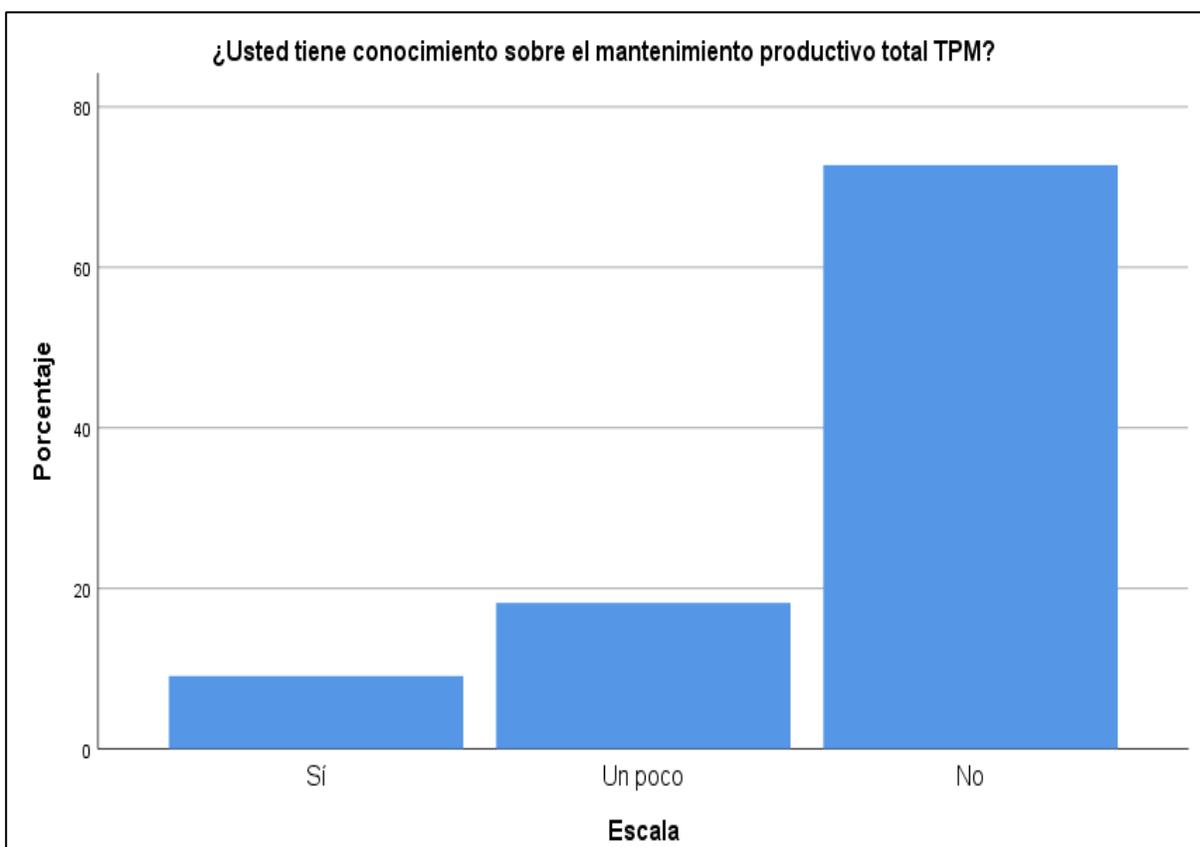
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11. Pregunta 09: ¿Usted tiene conocimiento sobre el TPM?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sí	1	8,3	9,1	9,1
	Un poco	2	16,7	18,2	27,3
	No	8	66,7	72,7	100,0
	Total	11	91,7	100,0	
Perdidos	Sistema	1	8,3		
<b>Total</b>		<b>12</b>	<b>100,0</b>		

**Fuente: Elaboración propia.**

En la Tabla 11, se observa que el 67% de los operarios mencionan que no tienen conocimiento sobre el TPM, mientras que un 17% un poco y un 8% opina que sí.



**Figura 12. Gráfico de pregunta 09.**

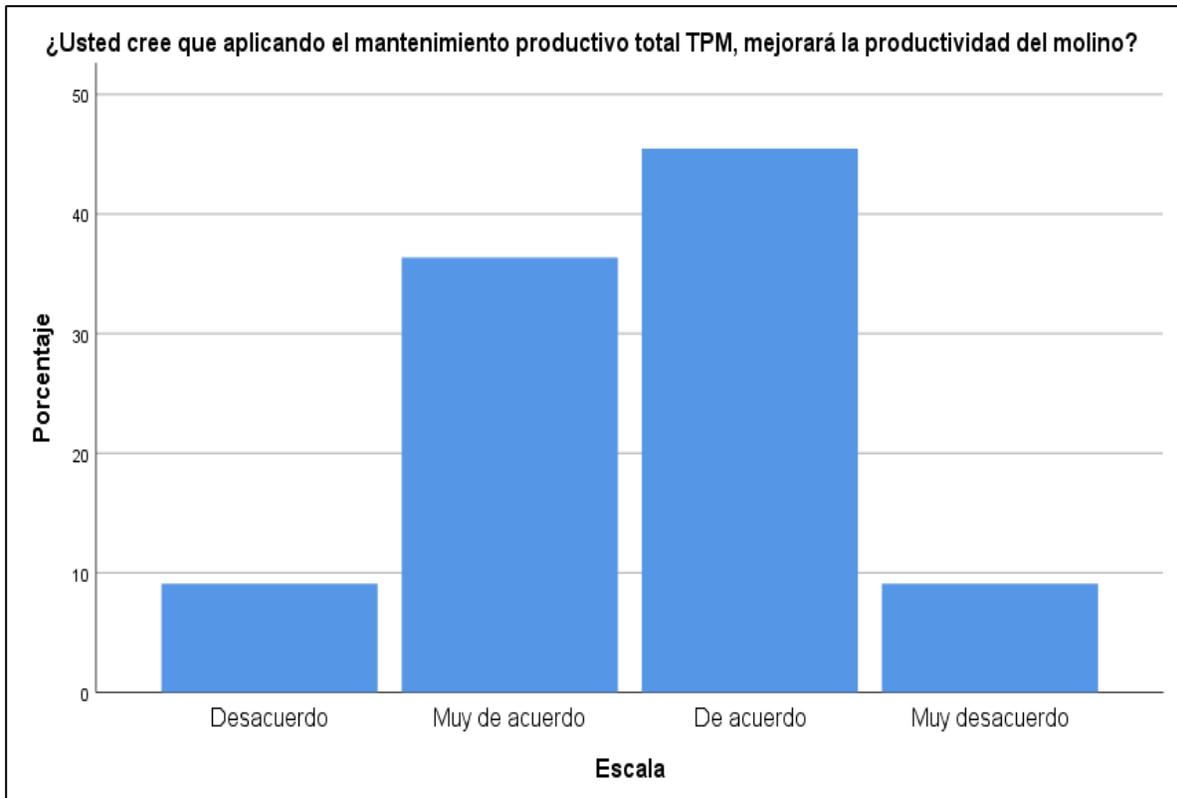
**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 12. Pregunta 10: ¿Usted cree que aplicando el TPM mejorará la productividad del molino?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Desacuerdo	1	8,3	9,1	9,1
	Muy de acuerdo	4	33,3	36,4	45,5
Válido	De acuerdo	5	41,7	45,5	90,9
	Muy desacuerdo	1	8,3	9,1	100,0
	Total	11	91,7	100,0	
Perdidos	Sistema	1	8,3		
	<b>Total</b>	12	100,0		

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 12, se muestra que el 42% de los trabajadores están de acuerdo en que el TPM incrementará la productividad del molino, el 33% está muy de acuerdo, mientras que un 8% están en desacuerdo y el otro 8% en muy desacuerdo.



**Figura 13. Gráfico de la pregunta 10.**

Fuente: Elaboración propia.

## **Resultado de la Guía de Entrevista:**

Se realizó la entrevista dirigida al jefe de producción y a 5 trabajadores del molino:

### **ENTREVISTA DIRIGIDA AL JEFE DE PLANTA Y TRABAJADORES**

**Responsable:** Fredy Granados Caicedo

**Cargo:** Jefe de Planta

**1. ¿Qué tipo de mantenimiento aplican en la empresa? ¿Y cada cuanto tiempo lo realizan?**

En la empresa solo realizan el mantenimiento correctivo para las fallas de las máquinas de trabajo. Cada 1 vez al año.

**2. ¿Tiene Ud. conocimiento sobre el TPM?**

Si tengo conocimiento de este tipo de mantenimiento, sería muy bueno aplicarlo en el área de pilado del molino.

**3. ¿El molino brinda capacitación constante al personal?**

No soy muy seguidas las capacitaciones porque paraliza la productividad, solo 1 o 2 veces al año cuando hay campaña.

**4. ¿La empresa cuenta con personal capacitado para el tipo de mantenimiento que la máquina o equipo necesita?**

Actualmente no, solo hay uno que tiene conocimientos de mantenimientos de los equipos y máquinas de trabajo de producción de arroz.

**5. ¿Qué problemas más seguidos son los que se presentan en el área de pilado? ¿Y cuáles son sus causas?**

La falla en las máquinas, escasez de repuestos. Sus causas son originadas por una inexistencia de programas de mantenimiento, inexistencia de planificación de repuestos para las máquinas necesarias.

**6. ¿En relación a las máquinas, Ud. considera que se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento?**

Actualmente las máquinas si se encuentran en buenas condiciones, están en un 70% a 80% de funcionamiento, pero si se implementara un mantenimiento productivo total TPM sería de gran ayuda para aumentar la productividad.

**7. ¿Con respecto a la productividad del molino, ha aumentado en estos últimos años?**

En estos últimos años la productividad del molino se mantenía estable, pero las fuertes lluvias que han aparecido este año, generaron pérdidas de producción.

**8. ¿Por qué crees que las máquinas fallan constantemente?**

Por el uso inadecuado y el no conocer las funciones correctas de las máquinas y equipos de producción.

**9. ¿Está dispuesta la empresa a mejorar constantemente en el mantenimiento de los equipos y/o máquinas?**

Totalmente, sería buena idea el implementar a la empresa un plan de mantenimiento de los equipos y máquinas.

**10. ¿Cree Ud. que con la implementación del TPM mejorará la productividad de la empresa?**

Sí, porque va permitir aplicar técnicas y métodos que son necesarias para mejorar la productividad y el cuidado de las máquinas y equipos de trabajo.

**Resultado de la encuesta y entrevista aplicada:**

Según los resultados del cuestionario y la entrevista aplicada al jefe de planta y a los trabajadores del molino Don Julio S.A.C. Refleja que actualmente no tienen implementado un mantenimiento productivo total, solo aplican un mantenimiento correctivo, además de que no cuentan con programas de mantenimiento, existe una falta de motivación, hay una falta de capacitación en temas de mantenimiento de maquinaria, también hay una escasez de personal especializado y escasez de equipo de protección personal. No cuentan con un área establecida para el mantenimiento de la maquinaria, también no cuentan con un inventario de los repuestos de los equipos, escasos equipos y hay falta de repuestos en almacén, también no existe una planificación del requerimiento de repuestos para las máquinas, ocasionando pérdida de productividad.

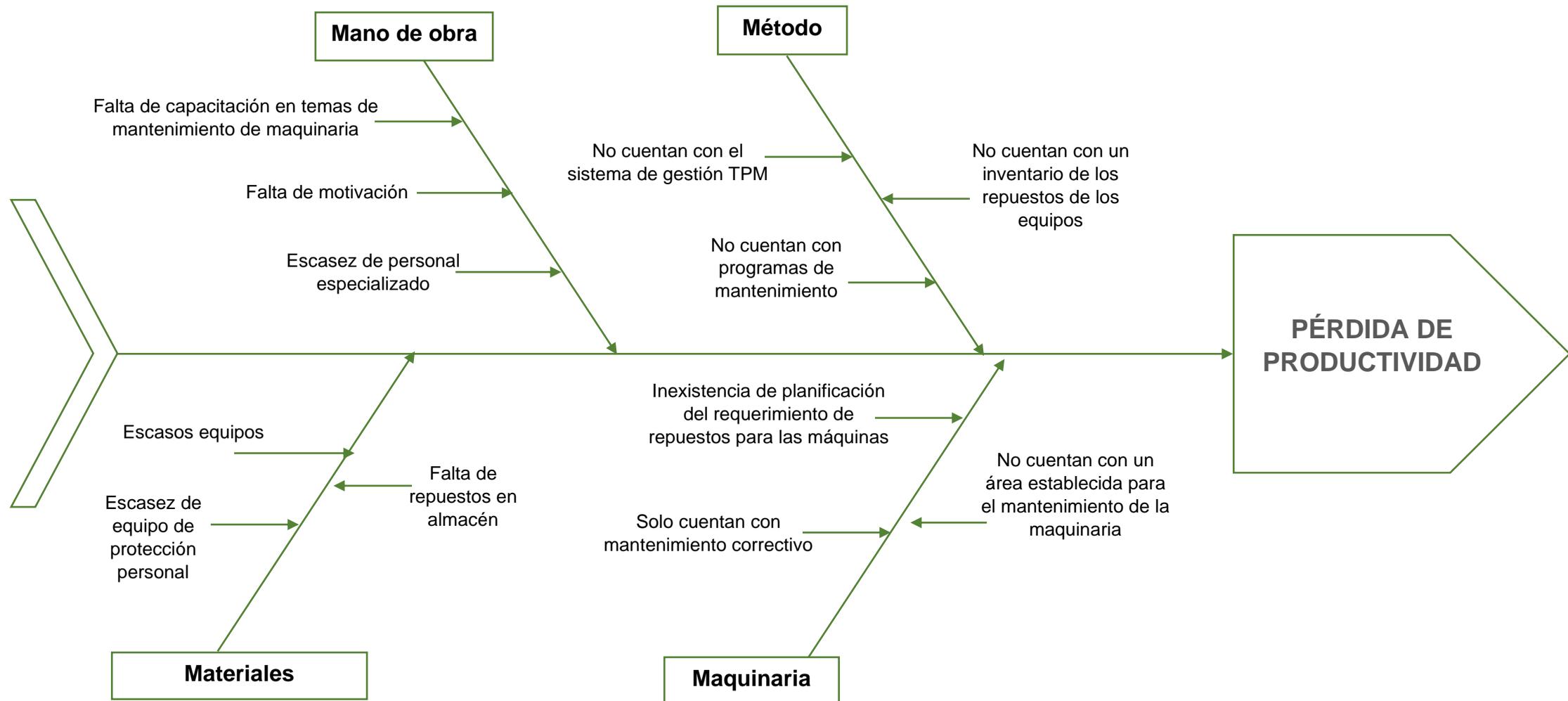
**Check List:**

**Tabla 13. Check List de las máquinas que operan en el área de estudio.**

		Check List de las máquinas			
		TIPO: REGISTRO DE MANTENIMIENTO			
Fecha:	16/05/23	Área de la planta:	PILADO		
Producto:	Arroz pilado	Nombre del operario:			
Inspector:		Modelo:			
N°	ITEM	SI	NO	Observaciones	
<b>Antes de Operación</b>					
1	Se puede observar fácilmente el número de serie de la máquina	X			
2	La máquina está lubricada		X	Presenta ruidos extraños debido al roce de las partes no lubricadas	
3	El equipo no presenta rastros de materia prima	X			
4	Las partes de la máquina están en el lugar correspondiente.	X			
5	No existe humedad en el equipo.		X		
6	El equipo está sellado adecuadamente.	X			
7	No existe fugas de aceite.	X			
8	Los dispositivos de control están trabajando correctamente.		X	Hay un dispositivo de control que presenta fallas continuas	
9	La estructura de fugas de efluentes no presenta fallas.	X			
10	La estructura de fuga de vapor se encuentra apto para funcionamiento.	X			
11	La red de fuga de agua está libre de fallas.	X			
12	La red de fuga de sólidos está en condiciones óptimas.		X	Se presenta fallas en intervalos de tiempo	
13	Son visibles los botones de emergencia y funcionan correctamente.		X		
14	Las purgas se realizan adecuadamente.	X			
<b>Durante el funcionamiento</b>					
15	El operario ejecuta el procedimiento de puesta en marcha del equipo correctamente.		X	Los operarios no cuentan con programas de métodos establecidos para el inicio de operación de los equipos.	
16	La máquina no presenta ningún ruido raro.	X			
17	La maquinaria no muestra signos de sobrecalentamiento.	X			
18	Las partes de la máquina están en el lugar correspondiente.		X		
19	La máquina está trabajando en las condiciones esperadas.		X	La máquina no está funcionando con precisión y presenta fallos	
20	La máquina esta sellada correctamente.	X			
21	La materia prima no presenta residuos plásticos o metálicos mayores a 5 cm		X	Presentó residuos plásticos mayores a 5 cm.	
22	Los equipos o dispositivos de control se encuentran funcionando bien.	X			

**Fuente: Elaboración propia.**

**Diagrama de Ishikawa:**



**Figura 14. Diagrama de Ishikawa del a organización.**

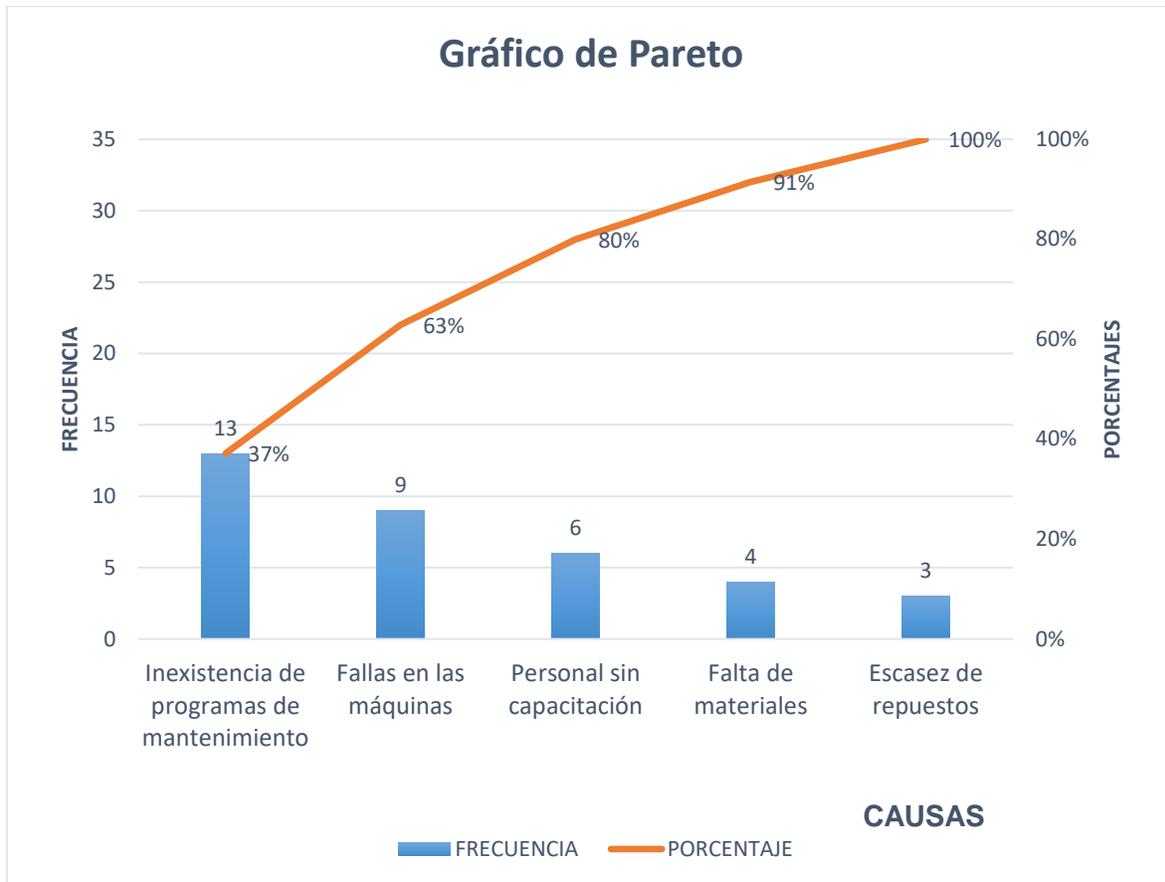
Fuente: Elaboración propia.

En la herramienta de Ishikawa se logró detectar que el efecto principal es la pérdida de productividad y sus causas originarias son la falta de capacitación de mantenimiento de maquinaria, falta de motivación, escasez de personal especializado, no cuentan con el sistema de gestión TPM, no cuentan con programas de mantenimiento, no cuentan con un inventario de los repuestos de los equipos. Existe escasos equipos y escasez de equipo de protección personal. Falta de repuestos en almacén, inexistencia de planificación del requerimiento de repuestos para las máquinas, solo cuentan con mantenimiento correctivo y no cuentan con un área establecida para el mantenimiento de la maquinaria.

**Tabla 14. Diagrama de Pareto en base a la problemática más relevantes**

<b>Problemas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Porcentaje Acumulado (%)</b>
Inexistencia de programas de mantenimiento	13	37%	37%
Fallas en las máquinas	9	26%	63%
Personal sin capacitación	6	17%	80%
Falta de materiales	4	11%	91%
Escasez de repuestos	3	9%	100%
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>100%</b>	

**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 15. Gráfico de control Pareto en base a la problemática.**

**Fuente elaboración propia.**

La figura 15, muestra el diagrama de Pareto, de las 35 fallas detectadas, los más frecuentes son: Inexistencia de programas de mantenimiento y fallas en las máquinas. Debido a esto, se implementará la herramienta de gestión TPM para solucionar la problemática detectada.

## Análisis de Criticidad de las máquinas

Se realiza un análisis de criticidad detallado del proceso en serie de pilado de arroz. Este análisis se centrará en identificar problemas de criticidad asociados con las máquinas involucradas en el proceso, y se calcularán los indicadores relevantes. En la Tabla 15 se observa los registros de fallas por mes con su tiempo de inactividad en horas.

**Tabla 15. Valores de criticidad de las máquinas del primer semestre del 2023**

Mes	Máquina	Frecuencia de fallas (FF)	Tiempo de inactividad promedio (h)
<b>Ene-23</b>	Pre-Limpieza	1	53.00
	Descascaradora	1	33.00
	Mesa Paddy	0	0.00
	Despedregadora	1	36.00
	Pulidora de piedra	1	28.00
	Pulidora de agua	1	28.00
	Clasificador	0	0.00
	Selectora	0	0.00
	Faja elevadoras	0	0.00
<b>Feb-23</b>	Pre-Limpieza	0	0.00
	Descascaradora	1	31.00
	Mesa Paddy	0	0.00
	Despedregadora	0	0.00
	Pulidora de piedra	1	25.00
	Pulidora de agua	1	17.00
	Clasificador	0	0.00
	Selectora	0	0.00
	Faja elevadoras	1	0.00
<b>Mar-23</b>	Pre-Limpieza	0	0.00
	Descascaradora	1	54.00
	Mesa Paddy	1	0.00
	Despedregadora	0	0.00

	Pulidora de piedra	0	23.00
	Pulidora de agua	0	25.00
	Clasificador	1	31.00
	Selectora	0	0.00
	Faja elevadoras	0	25.00
	Pre-Limpieza	1	43.00
	Descascaradora	0	33.00
	Mesa Paddy	0	0.00
	Despedregadora	0	0.00
<b>Abr-23</b>	Pulidora de piedra	0	0.00
	Pulidora de agua	1	41.00
	Clasificador	0	0.00
	Selectora	1	0.00
	Faja elevadoras	1	0.00
	Pre-Limpieza	0	0.00
	Descascaradora	1	62.00
	Mesa Paddy	1	0.00
	Despedregadora	1	26.00
<b>May-23</b>	Pulidora de piedra	1	20.00
	Pulidora de agua	1	33.00
	Clasificador	0	0.00
	Selectora	0	0.00
	Faja elevadoras	0	26.00
	Pre-Limpieza	1	0.00
	Descascaradora	1	54.00
	Mesa Paddy	0	8.00
	Despedregadora	1	37.00
<b>Jun-23</b>	Pulidora de piedra	1	24.00
	Pulidora de agua	1	35.00
	Clasificador	1	0.00
	Selectora	0	0.00
	Faja elevadoras	1	0.00

Fuente: Elaboración propia.

**Donde:**

Frecuencia de Fallas (FF): Indica cuántas veces falló cada máquina en un mes.

Tiempo de Inactividad (h): Horas que la máquina no estuvo operando debido a fallas.

Para valorizar la frecuencia de fallas semestral y la consecuencia que mide el valor más alto de los 3 factores (impacto de seguridad y medio ambiente, impacto en costos de fallos e impacto de producción), se utilizó los siguientes criterios, tal como se muestra en la Tabla 16, 17, 18 y 19.

**Tabla 16. Escala de valoración de Frecuencia de Fallas**

Frecuencia de Fallos FF		
Puntaje	Condición	Características
1	Excelente	Un evento posterior a los 6 meses
2	Bueno	Al menos un evento entre 3 y 6 meses.
3	Promedio	Al menos un evento entre 1 y 3 meses
4	Pobre	Al menos un evento al mes.
5	Muy Pobre	Más de un evento al mes

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17. Escala de valoración del Impacto en Seguridad y Medio Ambiente**

Impacto en Seguridad y Medio Ambiente (SHA)		
Puntaje	Condición	Características
5	Evento Catastrófico	Evento produce muerte y/o alto impacto ambiental
4	Evento genera lesión	Evento genera lesión incapacitante y/o afectación sensible al ambiente
3	Evento genera daños	Evento genera daños menores a la integridad física y/o afectación al ambiente
2	Evento genera alarma	Evento genera alarma potencial en seguridad y/o incidente ambiental sin repercusión en la normativa
1	No genera impacto	No genera ningún impacto sobre la seguridad y el ambiente

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 18. Escala de valoración del Impacto en Costos Directos de fallos**

Impacto en Costos Directos de fallos (CDF)		
Puntaje	Condición	Características
5	Muy Alto	Fallos frecuentes o catastróficos, costos muy altos de reparación, paradas prolongadas, pérdida importante de producción.
4	Alto	Fallos frecuentes, costos de reparación altos, tiempo de inactividad significativo, impacto considerable en producción.
3	Moderado	Fallos ocasionales, costos de reparación moderados, impacto moderado en producción.
2	Moderadamente Bajo	Fallos poco frecuentes, reparación sencilla, impacto limitado en producción.
1	Bajo	Fallos raros, sin impacto significativo, reparación rápida y económica.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 19. Escala de valoración del Impacto en producción**

Impacto en producción (IP)		
Puntaje	Condición	Características
5	Impacto Muy Alto	Parada total o casi total de la producción, grandes pérdidas de eficiencia y producción.
4	Impacto Alto	Falla significativa que genera retrasos o paradas parciales, pérdida considerable de producción.
3	Impacto Moderado	Falla que afecta la producción, pero no detiene la planta, pérdida moderada de eficiencia.
2	Impacto Bajo	Falla con un impacto leve, se puede continuar la producción con ligera reducción en eficiencia.
1	Impacto Mínimo	Falla casi nula en producción, sin interrupciones significativas, fácil de resolver.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 19, la asignación de valores en una escala del 1 al 5 para cada una de las máquinas de pilado de arroz depende de varios factores, tales como el tipo de máquina, su rol en el proceso de producción, su impacto en el entorno y la seguridad, así como los costos directos de fallos y su influencia en la producción. A continuación, se describe una estimación general para cada máquina en base a estos criterios:

## **1. Pre-Limpieza**

### **Impacto en Seguridad y Medio Ambiente (SHA): 1**

La pre-limpieza no suele presentar grandes riesgos, pero implica manejo de materiales y polvo.

### **Costos Directos de Fallos (CDF): 2**

Si falla, la eficiencia de la limpieza se ve afectada, pero el impacto directo puede ser moderado.

### **Impacto en Producción (IP): 2**

Es un paso previo esencial para la calidad del arroz. Su fallo afecta la producción en etapas posteriores.

### **Flexibilidad operacional de la máquina (FO): 1**

Cuentan con máquinas similares.

## **2. Descascaradora**

### **Impacto en Seguridad y Medio Ambiente (SHA): 1**

Existen riesgos de seguridad por la alta velocidad de las partes móviles, y el manejo de polvo puede generar problemas ambientales.

### **Costos Directos de Fallos (CDF): 2**

Si la descascaradora falla, la capacidad de procesamiento del arroz se reduce significativamente.

### **Impacto en Producción (IP): 2**

Esta máquina es crucial en la separación del grano de cáscara, y su fallo impactaría directamente la producción.

### **Flexibilidad operacional de la máquina (FO): 1**

Cuentan con máquinas similares.

### **3. Mesa Paddy**

#### **Impacto en Seguridad y Medio Ambiente (SHA): 1**

Riesgos moderados asociados al movimiento del arroz y la vibración de la máquina.

#### **Costos Directos de Fallos (CDF): 1**

Un fallo puede afectar la calidad del arroz procesado y la eficiencia del proceso de separación.

#### **Impacto en Producción (IP): 1**

La separación correcta de paddy es vital para garantizar la calidad, por lo que el impacto sería notable.

#### **Flexibilidad operacional de la máquina (FO): 2**

Hay repuestos que pueden cubrir parcialmente la producción de la máquina.

### **4. Despedregadora**

#### **Impacto en Seguridad y Medio Ambiente (SHA): 1**

La despedregadora genera polvo y ruido, pero su impacto ambiental es moderado.

#### **Costos Directos de Fallos (CDF): 1**

Los fallos pueden afectar la eficiencia del proceso de limpieza del arroz, aumentando los costos de calidad.

#### **Impacto en Producción (IP): 2**

Si no se despregan adecuadamente los granos, la calidad de la producción podría verse afectada, pero no interrumpe completamente el flujo de producción.

#### **Flexibilidad operacional de la máquina (FO): 1**

Cuentan con máquinas similares.

### **5. Pulidora de Piedra**

#### **Impacto en Seguridad y Medio Ambiente (SHA): 1**

Puede generar riesgos de seguridad por las partes móviles y la generación de polvo de arroz.

**Costos Directos de Fallos (CDF): 1**

La pulidora de piedra es clave para el acabado del arroz, y su fallo puede generar una pérdida de calidad importante.

**Impacto en Producción (IP): 2**

La pulidora es crucial para mejorar el aspecto del arroz; su falla afecta la calidad del producto final.

**Flexibilidad operacional de la máquina (FO): 1**

Cuentan con máquinas similares

**6. Pulidora de Agua**

**Impacto en Seguridad y Medio Ambiente (SHA): 1**

Implica el manejo de agua, lo que podría generar riesgos de resbalones y humedad, además de desperdiciar agua.

**Costos Directos de Fallos (CDF): 2**

Si falla, no se puede obtener el acabado deseado, y el arroz podría no cumplir con los estándares de calidad.

**Impacto en Producción (IP): 2**

La pulidora de agua es clave para el acabado final del arroz, por lo que un fallo impacta directamente en la calidad.

**Flexibilidad operacional de la máquina (FO): 1**

Cuentan con máquinas similares

**7. Clasificador**

**Impacto en Seguridad y Medio Ambiente (SHA): 1**

Los riesgos son moderados, principalmente por el manejo de productos y el movimiento de materiales.

**Costos Directos de Fallos (CDF): 1**

Un fallo puede ocasionar que el arroz no se clasifique adecuadamente, afectando la calidad.

**Impacto en Producción (IP): 1**

Si no se clasifica bien el arroz, el proceso posterior podría verse afectado y la eficiencia de la planta disminuiría.

**Flexibilidad operacional de la máquina (FO): 2**

La máquina tiene repuestos que pueden cubrir parcialmente la producción

**8. Selectora**

**Impacto en Seguridad y Medio Ambiente (SHA): 1**

Similar al clasificador, con riesgos moderados de manejo de productos.

**Costos Directos de Fallos (CDF): 2**

Un fallo puede implicar una reducción en la eficiencia de selección y aumentar los costos de producción.

**Impacto en Producción (IP): 2**

La selectora es crucial para obtener el arroz de mayor calidad, por lo que un fallo reduce la calidad de la producción.

**Flexibilidad operacional de la máquina (FO): 1**

Cuentan con repuestos y máquinas similares

**9. Fajas Elevadoras**

**Impacto en Seguridad y Medio Ambiente (SHA): 1**

Los riesgos asociados son menores, aunque el mantenimiento de las Fajass es importante para evitar accidentes.

**Costos Directos de Fallos (CDF): 1**

Un fallo en las Fajas puede interrumpir el flujo de material entre máquinas, afectando el proceso.

**Impacto en Producción (IP): 1**

Aunque las Fajas son importantes para el transporte, un fallo no detendría por completo la producción, pero sí disminuiría su fluidez.

**Flexibilidad operacional de la máquina (FO): 1**

Cuenta con repuestos y con máquinas similares

Para medir el nivel de riesgo multiplicamos el valor de la frecuencia de fallas y el valor de la consecuencia. El resultado responde al cruce de valoración de la frecuencia de fallas y consecuencias tal como se muestra en la tabla 20.

**Tabla 20. Valoración de Criticidad**

Matriz de Criticidad						
frecuencia	5	A	A	MA	MA	MA
	4	M	M	A	A	MA
	3	M	M	M	A	MA
	2	B	B	B	M	A
	1	B	B	B	M	A
	1	2	3	4	5	
Consecuencias						

**Fuente: Elaboración propia.**

Como resultado del análisis de criticidad de las máquinas se identificaron la cantidad de máquinas con muy alta criticidad, alta criticidad y media criticidad.

**Tabla 21. Niveles de criticidad de máquinas**

Leyenda	Recuento	%
MA: Muy Alta Criticidad	2	22.22%
A: Alta Criticidad	3	33.33%
M: Media Criticidad	4	44.44%
B: Baja Criticidad	0	0.00%
Total	9	100.00%

**Fuente: Elaboración propia.**

Antes debemos conocer que, en un análisis de criticidad de máquinas, para saber si las máquinas se encuentran en estado de muy alta criticidad a baja criticidad, se aplicaron los siguientes datos:

*Frecuencia de fallas (FF) = Número de fallas en un tiempo determinado*

*Consecuencia = (IP x FO) + SHA + CDF*

*Criticidad total = FF x C*

Donde:

IP: Impacto en producción

FO: Flexibilidad operacional

SHA: Impacto en Seguridad y Medio Ambiente

CDF: Costos directos de fallos

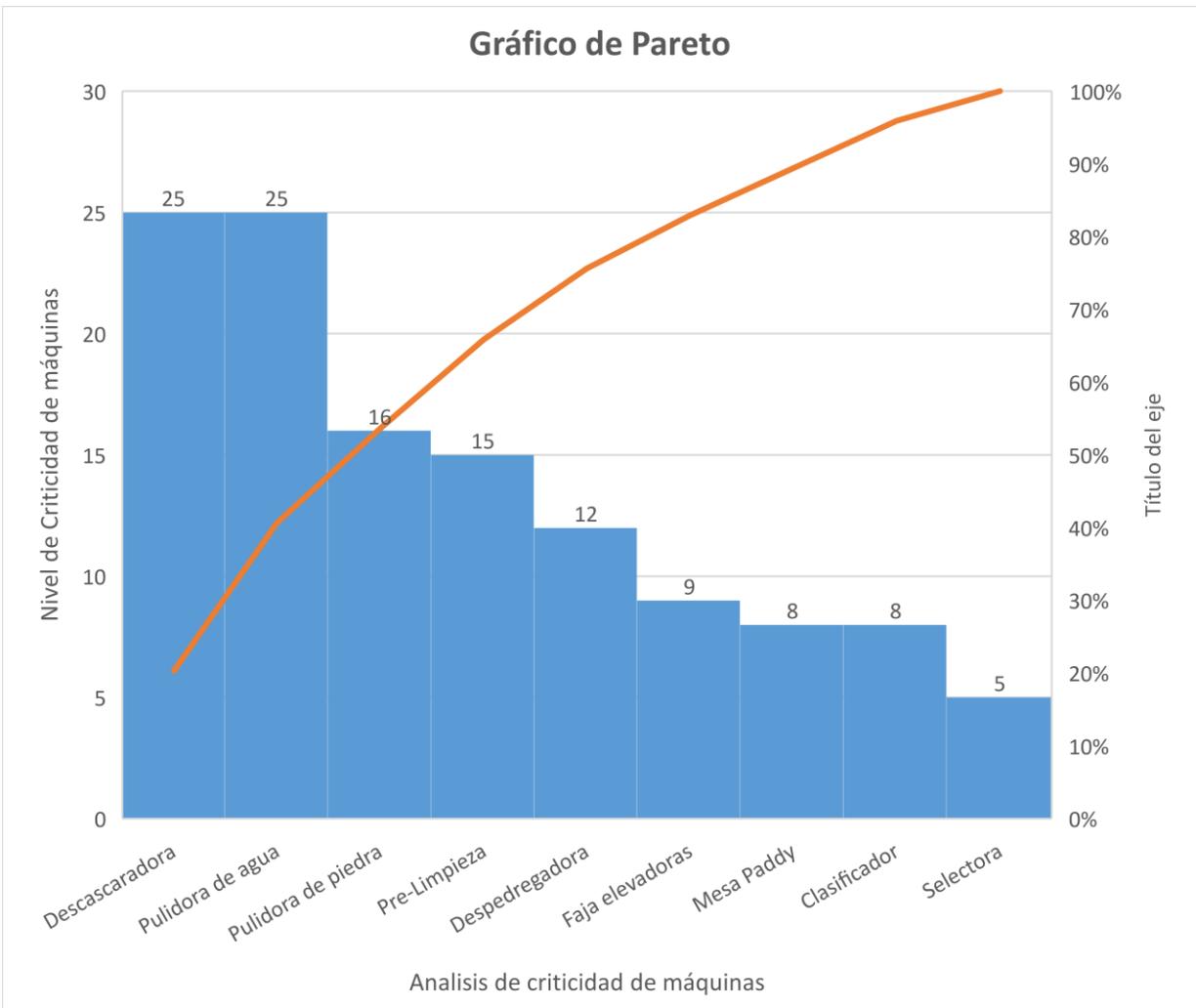
A continuación, se consolida los registros en periodo semestral de enero a junio del 2023.

**Tabla 22. Análisis de Criticidad semestral de las máquinas**

Máquina	Frecuencia de fallas (FF)	Tiempo de inactividad promedio (h)	Impacto en Producción (IP)	Flexibilidad operacional (FO)	Impacto en Seguridad y Medio Ambiente (SHA)	Costos Directos de Fallos (CDF)	Consecuencia ( C )	Total (FF x C)	Jerarquización
Pre-Limpieza	3	96.0	2	1	1	2	5	15	Alta Criticidad
Descascaradora	5	267.0	2	1	1	2	5	25	Muy Alta Criticidad
Mesa Paddy	2	8.0	1	2	1	1	4	8	Media Criticidad
Despedregadora	3	99.0	2	1	1	1	4	12	Alta Criticidad
Pulidora de piedra	4	120.0	2	1	1	1	4	16	Alta Criticidad
Pulidora de agua	5	179.0	2	1	1	2	5	25	Muy Alta Criticidad
Clasificador	2	31.0	1	2	1	1	4	8	Media Criticidad
Selectora	0	0.0	2	1	1	2	5	0	Media Criticidad
Faja elevadoras	3	51.0	1	1	1	1	3	9	Media Criticidad

**Fuente: Elaboración propia.**

En la Tabla 22, las máquinas con muy alta criticidad son la descascaradora y la pulidora de agua, con alta criticidad son pre-limpieza, despedregadora, y pulidora de piedra y con media criticidad presenta mesa pady, clasificador, selectora y Fajas elevadoras.



**Figura 16. Gráfico de Pareto de máquinas críticas.**

**Fuente: Elaboración propia.**

En la figura 16, se realizó un gráfico de Pareto en base a la tabla 22 de análisis de criticidad de las máquinas con muy alta criticidad son la descascaradora y la pulidora de agua, con alta criticidad son pre-limpieza, despedregadora, y pulidora de piedra y con media criticidad presenta mesa paddy, clasificador, selectora y Fajas elevadoras.

Una vez identificado las máquinas críticas se procede al cálculo de la disponibilidad de las máquinas con la finalidad de evaluar la productividad con respecto a las horas máquinas.

**Cálculo de la disponibilidad:**

$$Disponibilidad = \frac{TT - TI}{TT} * 100\%$$

**Cálculo del indicador MTBF:**

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación (TT)}}{\text{Número de fallas (N)}}$$

**Cálculo del indicador MTTR:**

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparación (TI)}}{\text{Número de fallas (N)}}$$

**Tabla 23. Cálculo del MTBF, MTTR y Disponibilidad %**

Máquina	Tiempo		Número de Fallas (N) - C	MTBF (horas) - D=A/C	MTTR (horas) E=B/C	Disponibilidad %
	Total de Operación (TT) (horas), 8H * 25 días *6 meses - A	Tiempo de Inactividad por Reparación (TI) (horas) - B				
Pre-Limpieza	1200	96	3	400	32	92.00%
Descascaradora	1200	267	5	240	53	77.75%
Mesa Paddy	1200	8	2	600	4	99.33%
Despedregadora	1200	107	3	400	36	91.08%
Pulidora de piedra	1200	120	4	300	30	90.00%
Pulidora de agua	1200	179	5	240	36	85.08%
Clasificador	1200	31	2	600	16	97.42%
Selectora	1200	0	0	0	0	100.00%
Faja elevadoras	1200	51	3	400	17	95.75%
<b>Promedio semestral</b>						<b>90.85%</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 23, se muestran los indicadores de tiempo promedio entre fallas (MTBF) y tiempo promedio entre reparaciones (MTTR), estos indicadores de tiempos son importantes para realizar la disponibilidad de máquinas del molino en los meses de estudio. Se observa que la descascaradora y la pulidora de agua son las que tiene un MTBF bajo y un MTTR alto.

### Cálculo de rendimiento:

Para hallar el rendimiento de los equipos actuales durante los seis meses mencionados del 2023, y la productividad por hora máquina, se realizó de la siguiente manera:

$$R = \frac{\text{Producción real } x \text{ semestre}}{\text{Producción teórica } x \text{ semestre}} * 100\%$$

$$R = 83.05\%$$

**Tabla 24. Índice de rendimiento semestral. Enero-junio 2023.**

Máquina	Producción Total del semestre (Pt) (sacos) - A	Producción Teórica (Semestre= 6x3000 sacos)	Rendimiento (Producción real / Producción Teórica) =A/18000
Pre-Limpieza	15148	18000	84.16%
Descascaradora	10069	18000	55.94%
Mesa Paddy	17762	18000	98.68%
Despedregadora	14821	18000	82.34%
Pulidora de piedra	14435	18000	80.20%
Pulidora de agua	12683	18000	70.46%
Clasificador	15144	18000	84.13%
Selectora	18000	18000	100.00%
Faja elevadoras	16485	18000	91.58%
<b>Promedio semestral</b>	<b>14950</b>	<b>18000</b>	<b>83.05%</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 24, se observa la producción total semestral en sacos con un promedio de 14950 sacos, la Producción teórica semestral de 18000 sacos y al realizar los cálculos se obtuvo un rendimiento semestral con un promedio de 83.05%

### Herramienta 5S actual:

Para describir la situación actual en los procesos de la organización se aplicará una lista de verificación con la finalidad de identificar las posibles causas que afectan la productividad de la tarea.

**Tabla 25. Lista de verificación Seiri**

<b>Id</b>	<b>S1=Seiri=Clasificar</b>	<b>SI</b>
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útiles o similar en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	<input type="checkbox"/>
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	<input type="checkbox"/>
6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?	<input type="checkbox"/>
7	¿Está todo el mobiliario: mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>
9	¿Existen elementos inutilizados: pautas, herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>
10	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Puntuación</b>		<b>2</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 26. Lista de verificación Seiton**

<b>Id</b>	<b>S2=Seiton=Ordenar</b>	<b>SI</b>
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?	<input type="checkbox"/>
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	<input type="checkbox"/>
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?	<input type="checkbox"/>
4	¿Están todos los materiales, palets, contenedores almacenados de forma adecuada?	<input type="checkbox"/>
5	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?	<input checked="" type="checkbox"/>
6	¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: grietas, sobresalto...?	<input checked="" type="checkbox"/>
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	<input type="checkbox"/>

8	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?	<input type="checkbox"/>
9	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?	<input type="checkbox"/>
10	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Puntuación</b>		<b>2</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 27. Lista de verificación Seiso**

<b>Id</b>	<b>S3=Seiso=Limpiar</b>	<b>SI</b>
1	¡Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	<input type="checkbox"/>
3	¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada; en general en mal estado?	<input type="checkbox"/>
4	¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Hay elementos de la luminaria defectuoso (total o parcialmente)?	<input type="checkbox"/>
6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techos limpios, libres de residuos?	<input type="checkbox"/>
7	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?	<input type="checkbox"/>
8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?	<input type="checkbox"/>
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	<input type="checkbox"/>
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	<input type="checkbox"/>
<b>Puntuación</b>		<b>3</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 28. Lista de verificación Seiketsu**

<b>Id</b>	<b>S4=Seiketsu=Estandarizar</b>	<b>SI</b>
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?	<input type="checkbox"/>
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?	<input type="checkbox"/>
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?	<input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?	<input checked="" type="checkbox"/>
6	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?	<input type="checkbox"/>

7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?	<input type="checkbox"/>
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	<input type="checkbox"/>
9	¿Se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?	<input type="checkbox"/>
10	¿Se mantienen las 3 primeras S (¿eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?	<input type="checkbox"/>
<b>Puntuación</b>		<b>2</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 29. Lista de verificación Shitsuke**

<b>Id</b>	<b>S5=Shitsuke=Disciplinar</b>	<b>SI</b>
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?	<input checked="" type="checkbox"/>
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?	<input type="checkbox"/>
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	<input type="checkbox"/>
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (arnés, casco...)?	<input type="checkbox"/>
5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?	<input type="checkbox"/>
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos?	<input type="checkbox"/>
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	<input type="checkbox"/>
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?	<input checked="" type="checkbox"/>
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?	<input type="checkbox"/>
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Puntuación</b>		<b>3</b>

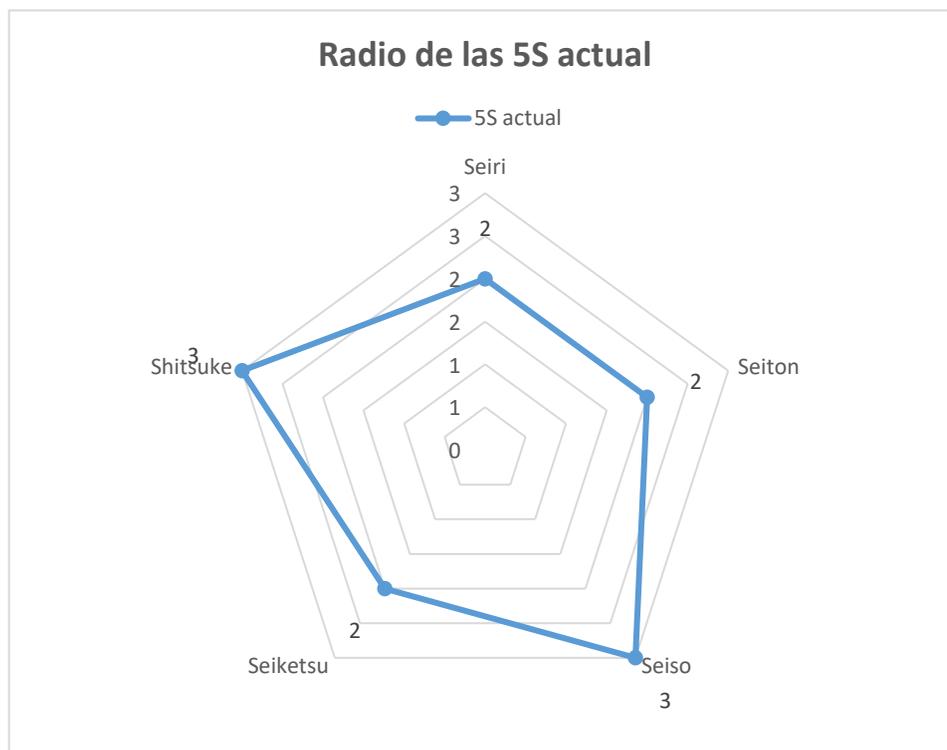
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 30. Tabla de puntuación de 5S.**

<b>Herramienta 5S</b>	<b>Puntaje</b>
Seiri	2
Seiton	2
Seiso	3
Seiketsu	2
Shitsuke	3

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 29, muestra que, de las 5 S, organización, orden y la estandarización, tienen el menor puntaje, debido a que en el área se observa herramientas y elementos innecesarios, se presenta desorden de piezas y herramientas, presencia de suciedad y los procesos no estaban correctamente estandarizados. Por otro lado, limpieza y disciplina tienen un poco mayor puntaje.



**Figura 17. Gráfico radial actual de las 5S.**

**Fuente: Elaboración propia.**

En la Figura 17, se muestra el gráfico radial de las 5S actuales de la empresa, específicamente en el área de pilado, dicha área es donde se presentan fallas de las máquinas del molino.

## Situación actual de la variable dependiente

### Productividad:

$$\text{Producción: } P_{\text{máq}(h-m)} = \frac{\text{Producción}}{\text{Horas máquina}} = \text{Productividad } \times \text{ hora máquina}$$

Como ejemplo se tomó de la máquina pre-limpieza:

$$\frac{\text{Producción}}{\text{Horas máquina}} = \frac{1981 \text{ sacos}}{147 \text{ hora máquina}} = 13.48 \text{ sacos } \times \text{ Hr máquina}$$

**Tabla 31. Productividad por saco por Hora máquina enero-junio 2023**

Mes	Máquina	Producción mensual (sacos)	Horas máquina (mensual)	Productividad sacos por hora máquina
Ene-23	Pre-Limpieza	1981	147	13.48
	Descascaradora	1847	167	11.06
	Mesa Paddy	2980	200	14.90
	Despedregadora	2203	164	13.43
	Pulidora de piedra	2288	172	13.30
	Pulidora de agua	2139	172	12.44
	Clasificador	2600	200	13.00
	Selectora	3000	200	15.00
	Faja elevadora	2873	200	14.36
Feb-23	Pre-Limpieza	2760	200	13.80
	Descascaradora	1877	169	11.11
	Mesa Paddy	2980	200	14.90
	Despedregadora	2733	200	13.66
	Pulidora de piedra	2333	175	13.33
	Pulidora de agua	2303	183	12.58
	Clasificador	2600	200	13.00
	Selectora	3000	200	15.00
	Faja elevadora	2873	200	14.36
Mar-23	Pre-Limpieza	2760	200	13.80
	Descascaradora	2333	146	15.98
	Mesa Paddy	2980	200	14.90
	Despedregadora	2733	200	13.66
	Pulidora de piedra	2362	177	13.34
	Pulidora de agua	2185	175	12.49
	Clasificador	2144	169	12.69
	Selectora	3000	200	15.00
	Faja elevadora	2505	175	14.31
Abr-23	Pre-Limpieza	2128	157	13.55
	Descascaradora	1847	167	11.06

	Mesa Paddy	2980	200	14.90
	Despedregadora	2733	200	13.66
	Pulidora de piedra	2700	200	13.50
	Pulidora de agua	1950	159	12.26
	Clasificador	2600	200	13.00
	Selectora	3000	200	15.00
	Faja elevadora	2873	200	14.36
May-23	Pre-Limpieza	2760	200	13.80
	Descascaradora	1421	138	10.30
	Mesa Paddy	2980	200	14.90
	Despedregadora	2350	174	13.51
	Pulidora de piedra	2406	180	13.37
	Pulidora de agua	2067	167	12.38
	Clasificador	2600	200	13.00
	Selectora	3000	200	15.00
	Faja elevadora	2490	174	14.31
	Pre-Limpieza	2760	200	13.80
Jun-23	Descascaradora	1539	146	10.54
	Mesa Paddy	2862	192	14.91
	Despedregadora	2189	163	13.43
	Pulidora de piedra	2347	176	13.34
	Pulidora de agua	2038	165	12.35
	Clasificador	2600	200	13.00
	Selectora	3000	200	15.00
	Faja elevadora	2873	200	14.36

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 32. Promedio semestral de productividad por hora máquina.**

Máquina	Productividad promedio (sacos/hora máquina)
Pre-Limpieza	13.70
Descascaradora	11.67
Mesa Paddy	14.90
Despedregadora	13.56
Pulidora de piedra	13.36
Pulidora de agua	12.42
Clasificador	12.95
Selectora	15.00
Faja elevadoras	14.35
<b>Promedio semestral</b>	<b>13.45</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 31, se presenta la productividad por Hora máquina de cada mes y en la tabla 32 se muestra un promedio semestral de la productividad de sacos por hora máquina de enero a junio, obteniendo 13.45 productividad por hora máquina.

### **Desarrollo de la propuesta:**

Las actividades que se requieren para implementar las 4 fases del TPM en el molino se muestran a continuación:

### **Fase de preparación**

#### **Etapa 1: Compromiso de la alta gerencia**

Se aplicó una reunión interna TPM dentro de la empresa.

**Tabla 33. Evaluación de la decisión de aplicar el TPM.**

<b>Participantes</b>	<b>Adopción del TPM</b>	<b>Problema</b>	<b>Causas</b>	<b>Propuesta de mejora</b>
- Gerente general - Jefe de planta - Jefe de control de calidad Analista de calidad - Jefe de ventas	Organización (pilado)	Pérdida de productividad	Inexistencia de programas de mantenimiento  Fallas en las máquinas	TPM

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 33, se brindó información a los trabajadores de la alta gerencia sobre los defectos y problemas encontrados y la necesidad de ejecutarlo, los objetivos y metas del plan, los beneficios y cuáles son sus etapas.

El jefe de planta (producción) quien tiene a cargo el área de pilado, informó a la empresa de implementar el TPM en relación de los defectos y problemas encontrados. Por lo tanto, la alta directiva del molino anunció de establecer un programa de TPM, en participar y brindar los recursos necesarios para implementar correctamente el TPM.

#### **Etapa 2: Información relacionada con el TPM:**

Se inicia la campaña de información mediante charlas informativas y afiches acerca de este tipo de gestión de mantenimiento a todos los trabajadores de la empresa.

Su participación de actividades se desarrollará dentro del área de pilado por reuniones internas, debido a que, es el área más importante del molino en donde se transforma el arroz con cáscara en arroz entero blanco. También es el área donde se presentan fallas y paradas no programadas de las máquinas.

**Tabla 34. Tabla de la charla informativa del TPM.**

Participantes	Herramienta	Temas	Frecuencia
Todos los miembros de la empresa.	Charla informativa	Gestión de pérdidas en los procesos productivos mediante análisis de equipos y maquinarias en los diferentes tipos de mantenimiento.	1.5 h Semanal
		El TPM como factor clave para la competitividad de los procesos	1.5 h Semanal
		Técnicas para Optimizar los procesos mediante el TPM	1.5 h Semanal
		Concientización sobre el control de mantenimiento en las máquinas y equipos.	1.5 h Semanal

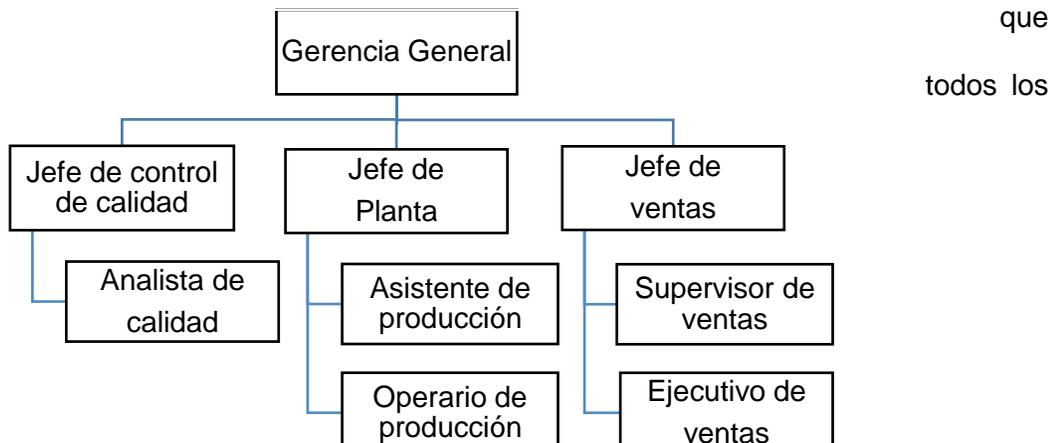
**Fuente: Elaboración propia.**

La Tabla 34, presentan los puntos a tratar para la charla informativa acerca del TPM, se realiza una vez por semana y a todo personal de la empresa, detallando de cada tema del TPM.

Es importante que se realicen estas pequeñas reuniones internas, ya que van a permitir una retroalimentación y de esta manera fomentar la necesidad de aplicarlo y lograr los objetivos deseados.

**Etapas 3: Crear la organización para promocionar el TPM:**

Se implementó una matriz organizacional para la promoción interna del TPM para



**Figura 18. Organigrama de comité principal de TPM.**

participantes involucrados estén informados y promuevan el TPM que se desea implementar.

En la Figura 18, se evidencia el organigrama de comité principal de TPM, encabezado por la alta gerencia y jefes de diferentes áreas que otorgan las actividades para desarrollar el TPM en el área de pilado del molino.

**Etapa 4: Política básica y metas para el TPM:**

**Tabla 35. Política y metas**

<b>Política</b>	<b>Objetivos y metas</b>
Maximizar la disponibilidad y el rendimiento de las máquinas y equipos, disminuyendo el tiempo en paradas con la participación del personal.	Cero averías o fallas en la maquinaria y equipos, cero accidentes en el entorno laboral y aumentar el nivel de productividad.

**Fuente: Elaboración propia.**

La Tabla 35, presenta la política en base a maximizar la disponibilidad y el rendimiento de la maquinaria y equipos. Por otro lado, los objetivos y metas en base al TPM.

**Etapa 5: Plan maestro para el desarrollo del TPM:**

Para esta etapa se muestran a continuación las actividades desde la fase de introducción, implementación y también actividades de mejora que se van a realizar para aplicar el TPM dentro del molino.

**Fase de introducción**

**Etapa 6: Acto de iniciación TPM:**

En el molino se realizó una reunión con la alta gerencia, con la jefatura de distintas áreas, de producción, calidad y ventas y al resto del personal de todas las áreas, informando sobre cómo implementar esta herramienta de gestión para cumplir las metas establecidas.

**Fase de implementación**

**Herramienta 5S: Organización – Seiri**

Se ejecutó la eliminación de los objetos mediante las tarjetas rojas, de esta manera se seleccionaron los artículos para determinar si son retirados a otro lugar o desecharlos.

**Tabla 36. Formato de Tarjeta Roja.**

TARJETA ROJA				
Responsable:	Jefe de planta		Fecha:	20/04/2023
Artículos			Cantidad/und:	
Sacos de Polietileno (desgastados pero reutilizables)			49	
Cascos y chalecos (en buen estado)			12	
Kit de Limpieza ( Escobas, franela industrial, recogedor)			23	
Herramientas (alicates, desarmador, tuercas, pernos)			22	
Fajass industriales (deterioradas y rotas)			7	
Repuestos desgastados (rodillo de goma)			8	
Categoría:	Materia prima		Herramientas	x
	Maquinaria		Instrumento	
	Producto terminado		Partes eléctricas	
	Otros	x	Partes mecánicas	x
DETERMINACIÓN SUGERIDA				
Desechar		Movilizar		Inspeccionar
				x

**Fuente: Elaboración propia.**

La Tabla 36, presenta el formato tarjeta roja, en donde los elementos con mayor cantidad encontrada, fueron sacos de polietileno, kits de limpieza y otras herramientas.

**Orden – Seiton:**

Para realizar un correcto orden, se identificó y clasificaron los artículos con más frecuencia de uso y a la vez elementos que ocasionaban desorden dentro del área, de esta manera nos facilita encontrar los artículos y mantener el área ordenada y limpia.

**Tabla 37. Tabla de artículos según su frecuencia de uso.**

Cant.	Artículos	Frecuencia	Categoría	Área destino
60	Sacos de polietileno	Alta	Materia prima	Pilado
15	Cascos industriales	Media	EPP	Pilado
9	Chalecos industriales	Baja	EPP	Pilado
7	Hilo técnico industrial	Baja	Herramientas	Pilado
	Repuestos ( grasa			
10	lubricante grafitada fibrosa, rodillo de goma)	Media	Herramientas	Mantenimiento

30	Herramientas (alicates, llaves, desarmador, tuercas, pernos)	Media	Herramientas	Mantenimiento
25	Kit de limpieza	Alta	Herramientas	Pilado
20	Piezas (de mantenimiento)	Baja	Maquinaria	Mantenimiento

**Fuente: Elaboración propia.**

En la Tabla 37, se identificaron los artículos que son usados con mayor frecuencia y a su vez que ocasionaban desorden o actividades innecesarias, por lo que se clasificaron la categoría y área destino para un mejor orden y disminución de tiempos perdidos en sus actividades dentro de sus puestos de trabajo.

### **Limpieza – Seiso:**

Para realizar Seiso, se consideraron las áreas de trabajo de las máquinas de pilado y herramientas, también se programaron de manera rotativa al personal para realizar estas actividades de limpieza antes de iniciar sus actividades laborales.



**Figura 19. Área de pilado cumpliendo Seiso.**

**Fuente: Área de pilado Molino Don Julio S.A.C.**

En la Figura 19, se realizó la limpieza eliminando el polvo, pajilla y otros elementos de suciedad dentro de cada puesto de trabajo de cada máquina que se presentara en la siguiente tabla:

**Tabla 38. Cronograma de actividades Seiso.**

Maquinarias	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Pre-Limpieza						
Descascaradora						
Mesa Paddy						
Despedregadora						
Pulidoras						
Lustradoras						
Rotador Vaivén						
Clasificadora						
Selectora						
Balanza						

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 38, se logra observar un cronograma, donde se realizó limpiar todas las áreas de trabajo de las máquinas de pilado del molino, con el propósito de mantener limpias y despejadas las áreas de trabajo del área de pilado.

**Estandarización – Seiketsu:**

**Tabla 39. Matriz de Estandarización 5S**

**1. SEIRI (Clasificar / Separar)**

**Objetivo: Eliminar lo innecesario del espacio de trabajo**

Área	Elementos a Eliminar	Acciones	Responsable	Frecuencia
Área de Recepción	Sacos deteriorados	Descartar sacos rotos o contaminados	Encargado de Recepción	Diaria
Zona de Maquinaria	Repuestos obsoletos	Inventariar y descartar piezas inservibles Reubicar o	Mantenimiento	Mensual
Almacén	Herramientas en desuso	vender herramientas no utilizadas	Jefe de Almacén	Trimestral
Área Administrativa	Documentos antiguos	Digitalizar y archivar documentos		

## 2. SEITON (Organizar / Ordenar)

**Objetivo:** Definir un lugar para cada elemento y en su lugar correspondiente.

Área	Elementos a Organizar	Método de Organización	Señalización	Responsable
Área de Pilado	Maquinaria	Ubicación según flujo de producción	Etiquetas de identificación	Supervisor de Producción
Almacén de Insumos	Productos químicos	Estanterías por tipo de producto	Códigos de color de seguridad	Encargado de Almacén
Taller de Mantenimiento	Herramientas	Paneles organizadores con siluetas	Panel de herramientas	Técnico de Mantenimiento
Oficinas	Documentos y equipos	Archivadores digitales y físicos	Etiquetado digital y físico	Asistente Administrativa

## 3. SEISO (Limpiar)

**Objetivo:** Mantener todas las áreas de trabajo correctamente limpias

Área	Actividades de Limpieza	Frecuencia	Responsables	Recursos Necesarios
Zona de Pilado	Limpieza de maquinaria	Diaria	Operarios de producción	Equipos de limpieza especializados
Área de Recepción	Desinfección de espacios	Semanal	Personal de limpieza	Desinfectantes industriales
Almacenes	Eliminación de polvo y residuos	Diaria	Auxiliares de almacén	Aspiradoras industriales
Baños y comedores	Limpieza profunda	Diaria	Personal de servicios	Kit de limpieza completo

## 4. SEIKETSU (Estandarizar)

**Objetivo:** Sostener las mejoras y crear nuevos hábitos

Proceso	Estándar	Método de Control	Frecuencia de Verificación	Responsable
Limpieza de Maquinaria	Procedimiento escrito	Checklist de verificación	Diaria	Supervisor de Producción
Mantenimiento autónomo	Plan de mantenimiento	Registro digital de mantenimientos	Mensual	Jefe de Mantenimiento
Control de Documentos	Sistema de gestión documental	Auditoría de documentación	Trimestral	Gerencia Administrativa
Uso de Equipos de Protección	Normativa de seguridad	Inspecciones sorpresa	Semanal	Técnico de Seguridad Industrial

## 5. SHITSUKE (Disciplina / Sostener)

**Objetivo: Cumplir y mantener la mejora y la disciplina.**

<b>Actividad</b>	<b>Método de Sostenimiento</b>	<b>Incentivos</b>	<b>Seguimiento</b>	<b>Responsable</b>
Capacitación en 5S	Talleres periódicos	Reconocimientos	Evaluación de desempeño	Recursos Humanos
Auditorías Internas	Evaluaciones mensuales	Bonificaciones	Informes gerenciales	Gerente General
Mejora Continua	Buzón de sugerencias	Premios a innovación	Reuniones trimestrales	Comité de Mejora Continua

**Fuente: Elaboración propia.**

En la Tabla 39, se aplicó una matriz de estandarización, donde se aplicaron todas las 5S, se tuvo en cuenta que para que se realicen todas las actividades se rotaban al personal para que creen nuevos hábitos a los trabajadores que la aplican

Se debe fomentar el cumplimiento constante de todas las actividades, con el objetivo de que éstas lleguen a formar parte de la esencia de la empresa. Es importante que participen cada uno de los operarios para que gestionen el buen mantenimiento de los componentes y se cumpla todos los requisitos y estándares requerido.

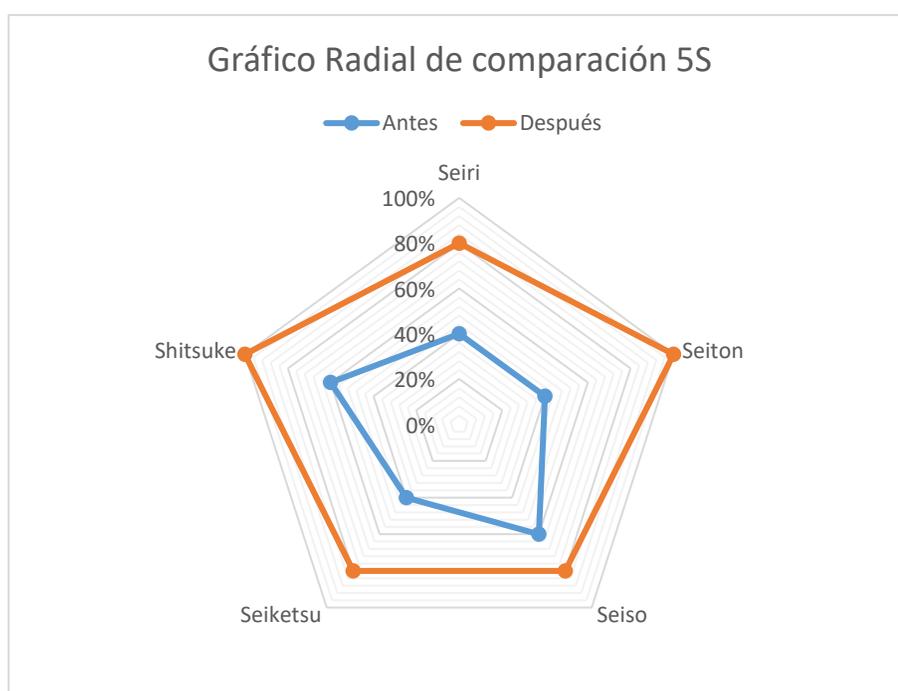
Al finalizar la herramienta 5S, se calculó la diferencia en el antes y después de realizar las S, la cual se presenta a continuación:

**Tabla 40. Tabla de puntaje de las 5S.**

<b>Calificación</b>	<b>Puntaje</b>	<b>%</b>
Muy eficiente	5	100%
Eficiente	4	80%
Regular	3	60%
Ineficiente	2	40%
Muy ineficiente	1	20%

**Fuente: Elaboración propia.**

En la Tabla 40, se presenta la calificación de cada etapa aplicada, categorizándola de muy eficiente a muy ineficiente, obteniendo que al aplicar las 5S, aumentó de manera eficiente y muy eficiente a comparación de ante



**Figura 20. Radial de comparación de 5S.**

**Fuente: Elaboración propia.**

En la Figura 20, se presenta un gráfico radial que compara cada S aplicada, demostrando el antes y después y la mejora esta herramienta.

**Tabla 41. Calificación del antes y después de aplicar 5S.**

Aspectos	Antes	Después	Estado
Seiri - Organización	40 %	80%	Eficiente
Seiton - Orden	40 %	100 %	Muy eficiente
Seiso - Limpieza	60 %	80 %	Eficiente
Seiketsu - Estandarización	40 %	80 %	Eficiente
Shitsuke - Disciplina	60 %	100 %	Muy eficiente

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 41, al aplicar la 5S, Seiton y Shitsuke fueron las S que mostraron mejoras, ya que el área presenciaba desorden de herramientas y otros elementos innecesarios, por otro lado, el personal no había adoptado hábitos de disciplina. Las 5S permitió mejorar los niveles productividad y de mantenimiento, los cuáles al ser aplicados constantemente repercute en la mejora de todas las áreas del molino.

### **Mantenimiento planificado:**

Durante el análisis realizado en el área de pilado se logró evidenciar las máquinas críticas fueron la pulidora de seca y de agua y la descascaradora. El molino no aplica una planificación de mantenimiento, solo realizan mantenimiento correctivo cuando se presentan las fallas durante los procesos.

Se realizó a cabo un programa de mantenimiento planificado, considerando los mantenimientos que necesitan las máquinas que presentaron la mayor cantidad de fallas. Así mismo, la frecuencia de cada cuando se debe realizar el mantenimiento.

El mantenimiento planificado tiene como objetivo minimizar las fallas, durante los meses de enero a mayo. Para garantizar la disponibilidad de las máquinas, los turnos de mantenimiento se aplicaron después de finalizar sus jornadas laborales para evitar paradas durante los procesos de pilado del molino.

Se realizó un programa de mantenimiento planificado a las máquinas críticas que se consideraron con altas fallas, las cuales son las pulidoras y descascaradora y su frecuencia con la que se debe realizar cada mantenimiento.

**Tabla 42. Programa de mantenimiento planificado a las máquinas críticas.**

<b>Descripción:</b>	Implementación de un mantenimiento planificado de máquinas críticas.					PROGRAMADO		P	REALIZADO		R
<b>Máquina</b>	<b>Actividades de Mantenimiento</b>	<b>Enero</b>		<b>Febrero</b>		<b>Marzo</b>		<b>Abril</b>		<b>Mayo</b>	
		P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
Pulidora vertical	Regulación de frenos.										
	Cambio de Fajass.										
	Cambio de los frenos.										
	Cambio de piedras.										
	Limpieza total de la Pulidora.										
Pulidora de agua	Regulación de frenos.										
	Cambio de Fajass.										
	Cambio de los frenos.										
	Cambio de piedras.										
	Cambio de las cribas.										
	Limpieza total de la Pulidora.										
Descascaradora	Cambio de rodillos.										
	Cambio de Fajass.										
	Cambio de ejes.										
	Limpieza total de la descascaradora.										

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 42, se elaboró un mantenimiento planificado de máquinas críticas mencionadas anteriormente que presentaban demasiados tiempos de paradas durante sus procesos. Este tipo de mantenimiento está basado en la ejecución de actividades preventivas y predictivas y evitar paros de máquinas en el área de producción.

**Mantenimiento Preventivo:**

Está diseñado para evitar averías, este tipo de mantenimiento aumenta la calidad de vida útil de los equipos, ahorra capital, disminuye las interrupciones inesperadas y da más tiempo de vida útil a los equipos. La prevención del mantenimiento genera que los costos de mantenimiento se disminuyan considerablemente, obteniendo como resultado un impacto positivo en la rentabilidad en la empresa.

El molino requiere este tipo de mantenimiento dentro de la gestión TPM, para evitar paradas forzadas que generen retrasos de producción. Estas actividades preventivas se deben realizar por técnicos especializados en el sector molinero o también técnicos mecánicos o eléctricos y depende a los requerimientos específicos de cada máquina.

Este tipo de mantenimiento servirá de soporte a largo plazo para todas las máquinas del área de pilado al pronosticar la determinación de algún acontecimiento que suceda en alguna falla específica.

**Tabla 43. Programa de mantenimiento Preventivo.**

MÁQUINAS	ACTIVIDAD	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Pre-limpiadora	Técnico A						
	Técnico Senior						
Descascaradora	Técnico A						
	Técnico Senior						
Mesa Paddy	Técnico A						
	Técnico Senior						
Despedregadora	Técnico A						
	Técnico Senior						
Pulidoras	Técnico A						
	Técnico Senior						
Clasificador	Técnico A						
	Técnico Senior						
Selectora	Técnico A						
	Técnico Senior						
Faja Elevadoras	Técnico A						
	Técnico Senior						

**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 44. Actividades del programa preventivo**

<b>Proceso</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Actividades Principales</b>	<b>Responsable</b>
<b>Pre-Limpieza</b>	Mensual	Limpieza de filtros y ductos, revisión de vibradores y sistema de aspiración.	Técnico A
	Trimestral	Calibración del sistema, lubricación de partes móviles y revisión eléctrica.	Técnico Senior
<b>Descascaradora</b>	Mensual	Limpieza de cilindros de goma, inspección de poleas y correas, lubricación.	Técnico A
	Trimestral	Sustitución de cilindros desgastados, revisión de motores y ajustes mecánicos.	Técnico Senior
<b>Mesa Paddy</b>	Mensual	Limpieza de tamices, inspección de balancines y lubricación de ejes.	Técnico A
	Trimestral	Calibración de vibración y flujo de aire, reemplazo de tamices dañados.	Técnico Senior
<b>Despedregadora</b>	Mensual	Inspección del ventilador, limpieza del área de trabajo, revisión de mallas.	Técnico A
	Trimestral	Revisión de sistemas de aspiración y ajuste de nivelación.	Técnico Senior
<b>Pulidora de piedra</b>	Mensual	Limpieza de piedras y ajustes del flujo de producto.	Técnico A
	Trimestral	Revisión de rodamientos y sistemas de presión.	Técnico Senior
<b>Pulidora de agua</b>	Mensual	Limpieza de conductos de agua y tamices, lubricación de piezas móviles.	Técnico A

	Trimestral	Revisión de bombas de agua, alineación de piezas móviles y calibración.	Técnico Senior
<b>Clasificador</b>	Mensual	Limpieza de tamices, revisión de rodillos y lubricación de puntos críticos.	Técnico A
	Trimestral	Sustitución de piezas desgastadas, calibración del sistema y revisión eléctrica.	Técnico Senior
	Mensual	Limpieza de sensores ópticos, calibración del sistema de selección.	Técnico A
<b>Selectora</b>	Trimestral	Inspección de cámaras y ajustes de precisión.	Técnico Senior
	Mensual	Inspección de las bandas, ajuste de tensores y lubricación de rodamientos.	Técnico A
<b>Faja Elevadoras</b>	Trimestral	Revisión completa del sistema de poleas, reemplazo de bandas dañadas.	Técnico Senior

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 43, se presenta el programa de mantenimiento preventivo, y en la Tabla 44 muestra todas las actividades a realizar encargados por técnicos mecánicos o eléctricos para cada máquina. Estas actividades son realizadas por una frecuencia mensual fija y trimestral.

#### **Mantenimiento Autónomo:**

Antes de realizar el mantenimiento autónomo, se realizaron capacitaciones, porque actualmente en el molino el único encargado de manipular las máquinas son el jefe de planta y el operario de mantenimiento del área de pilado. Los temas realizados en la capacitación fueron:

**Máquinas y equipos del área de pilado:** Este tema será aplicado por el jefe de planta que tiene conocimientos de mantenimiento, se conocerán las máquinas y su funcionamiento de cada proceso para el pilado.

**Mantenimiento simples y ajustes:** Aquí los trabajadores ya deben conocer las máquinas de pilado, para iniciar con el mantenimiento simple que se aplican a cada máquina. Los responsables de la charla son el operario de mantenimiento y el jefe de planta.

**Reportar irregularidades de máquinas y equipos:** Esta charla es importante ya que el personal informa algún problema de las maquinas antes de que afecte al proceso de pilado y así evitar tiempo de paradas.

El programa de capacitación tiene como objetivo que el operador aprenda monitorear e inspeccionar su equipo de manera propia, desde limpieza general a lubricación de las máquinas.

**Tabla 45. Programa de capacitación en el área de pilado.**

<b>N°</b>	<b>Capacitación</b>	<b>Responsable</b>	<b>Dirigido a</b>	<b>Duración</b>
1	Máquinas y equipos del área de pilado.	Jefe de planta.	Trabajadores del área de pilado.	1h cada Domingo
2	Mantenimiento simples y ajustes.	Jefe de planta operario de mant.	Trabajadores del área de pilado.	1h cada Domingo
3	Reportar irregularidades de máquinas y equipos.	Jefe de planta y operario de mant.	Trabajadores del área de pilado.	1h cada Domingo

**Fuente: Elaboración propia.**

En la Tabla 45, se muestra el programa de mantenimiento autónomo durante los meses de enero a mayo, con la participación de los operarios en las tareas programadas con las herramientas y equipos necesarios.

**Tabla 46. Programa de mantenimiento autónomo.**

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO								
Actividades	Frecuencia						RECURSOS	RESPONSABLE
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado		
Limpeza general del área de pilado, liberando acumulación de polvo y elementos innecesarios de cada máquina.							Escoba, recogedor, trapeador, cubeta y agua.	Operarios del área de pilado
Limpeza general de la maquinaria y equipos.							Franela, escobillón, agua y cubeta.	Operarios del área de pilado
Inspeccione la presencia de Fajass flojas, ajuste piezas sueltas de las máquinas.							Llaves, desarmador y alicate.	Operarios del área de pilado
Verificar el adecuado estado de las Fajass transportadoras.								
Realice ajustes básicos a las máquinas con mayor Cantidad de fallas, que funcionen correctamente.							Llaves, desarmador y alicate.	Operarios del área de pilado
Inspeccionar en la Fajas de rodaje si hay pernos flojos.							Llaves, desarmador y alicate.	Operarios del área de pilado
Inspeccione el funcionamiento de las máquinas, que operen correctamente sin fallas.								
Verificar en los puestos de máquinas la presencia de suciedad.								
Revisar si se presenta ruidos extraños debido a la falta de lubricación de las máquinas.							Llaves, desarmador y alicate.	Operarios del área de pilado
Revisar el nivel de lubricación de la pulidora vertical, pulidora de agua y la descascaradora.							Llaves, desarmador y alicate.	Operarios del área de pilado

**Fuente: Elaboración propia.**

## Capacitación y Educación:

Para el molino es importante que el personal del área de pilado se capacite y tengan conocimiento sobre las máquinas y sus mantenimientos, reportar si encuentra algunas irregularidades en las máquinas durante los procesos del pilado para evitar fallas de máquinas y paradas de tiempos en el proceso de pilado.

**Tabla 47. Cronograma de capacitaciones.**

Capacitación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Máquinas y equipos del área de pilado.					
Mantenimiento simples y ajustes.					
Reportar irregularidades de máquinas y equipos.					

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 47, el cronograma de capacitaciones para el personal del área de pilado involucrado. Para que el molino logre obtener buenos resultados al implementar el TPM, es importante que el personal se capacite que para que desarrolle conocimientos que le permita identificar, analizar y reportar los problemas de las fallas de máquinas.

	MOLINO DON JULIO S.A.C.		CÓDIGO:	TPM-MDJ
			Nº:	1
<b>FORMATO DE INSPECCIÓN DIARIA DE MÁQUINAS</b>				
<b>Responsable:</b>				
<b>Área:</b>				
<b>Fecha:</b>				
<b>Máquina:</b>				
<b>Estado de los componentes</b>				
<i>Marca con una "x" según corresponda al estado.</i>				
<b>Componentes</b>	<b>Buen estado</b>	<b>Regular</b>	<b>Mal estado</b>	
Fajas				
Frenos				
Cribas				
Piedras abrasivas				
Rodillos				
Ejes				
¿La máquina se encuentra limpia? Sí: ____ No: ____				
¿Requiere de algún mantenimiento? Sí: ____ No: ____				
¿Presenta algún problema? Sí: ____ No: ____				
<b>Observaciones</b>				

**Figura 21. Formato de inspección**

**Fuente: Elaboración propia.**

Como se lograr presenciar en la figura 21, a lo largo del desarrollo de la propuesta, se tiene muy en cuenta la formación y preparación del personal del área de pilado, siendo ellos los encargados de realizar mantenimientos básicos a partir de los programas de mantenimientos autónomos y de esta manera ayudan a evitar más paradas de maquina por fallas y aumentar la disponibilidad de las máquinas del molino.

## Situación de la variable dependiente con la propuesta

### Productividad:

$$\text{Producción: } P_{\text{máq}(h-m)} = \frac{\text{Producción}}{\text{Horas máquina}} = \text{Productividad } x \text{ hora máquina}$$

Como ejemplo se tomó de la máquina pre-limpieza:

$$\frac{\text{Producción}}{\text{Horas máquina}} = \frac{2227 \text{ sacos}}{147 \text{ horas}} = 15.15 \text{ sacos } x \text{ Hr máquina}$$

**Tabla 48. Productividad sacos por Hora máquina julio-diciembre (TPM) 2023**

Mes	Máquina	Producción mensual (sacos)	Horas máquina (mensual)	Productividad sacos por hora máquina
Jul-23	Pre-Limpieza	2227	147	15.15
	Descascaradora	2367	167	14.17
	Mesa Paddy	3000	200	15.00
	Despedregadora	2412	164	14.70
	Pulidora de piedra	2498	172	14.52
	Pulidora de agua	2409	172	14.01
	Clasificador	2813	200	14.06
	Selectora	3000	200	15.00
	Faja elevadora	2963	200	14.81
Ago-23	Pre-Limpieza	2920	200	14.60
	Descascaradora	2349	169	13.90
	Mesa Paddy	3000	200	15.00
	Despedregadora	2928	200	14.64
	Pulidora de piedra	2544	175	14.54
	Pulidora de agua	2573	183	14.06
	Clasificador	2813	200	14.06
	Selectora	3000	200	15.00
	Faja elevadora	2963	200	14.81
Set-23	Pre-Limpieza	2920	200	14.60
	Descascaradora	2745	200	13.73
	Mesa Paddy	3000	200	15.00
	Despedregadora	2928	200	14.64
	Pulidora de piedra	2558	177	14.45
	Pulidora de agua	2534	175	14.48
	Clasificador	2646	169	15.65
Selectora	3000	200	15.00	
Oct-23	Faja elevadora	2607	175	14.89
	Pre-Limpieza	2323	157	14.80

	Descascaradora	2219	167	13.29
	Mesa Paddy	3000	200	15.00
	Despedregadora	2928	200	14.64
	Pulidora de piedra	2865	200	14.33
	Pulidora de agua	2458	159	15.46
	Clasificador	2813	200	14.06
	Selectora	3000	200	15.00
	Faja elevadora	2963	200	14.81
	Pre-Limpieza	2920	200	14.60
	Descascaradora	2088	138	15.13
	Mesa Paddy	3000	200	15.00
	Despedregadora	2619	174	15.05
Nov-23	Pulidora de piedra	2654	180	14.74
	Pulidora de agua	2370	167	14.19
	Clasificador	2813	200	14.06
	Selectora	3000	200	15.00
	Faja elevadora	2621	174	15.06
	Pre-Limpieza	2920	200	14.60
	Descascaradora	2067	146	14.16
	Mesa Paddy	2882	192	15.01
	Despedregadora	2416	163	14.82
Dic-23	Pulidora de piedra	2556	176	14.52
	Pulidora de agua	2308	165	13.99
	Clasificador	2813	200	14.06
	Selectora	3000	200	15.00
	Faja elevadora	2963	200	14.81

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 49. Promedio semestral de productividad por hora máquina (TPM).**

Máquina	Productividad promedio (sacos/hora)
Pre-Limpieza	14.72
Descascaradora	14.06
Mesa Paddy	15.00
Despedregadora	14.75
Pulidora de piedra	14.52
Pulidora de agua	14.36
Clasificador	14.33
Selectora	15.00
Faja elevadora	14.87
<b>Promedio semestral</b>	<b>14.62</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 49, se logra mostrar el promedio semestral en la productividad de las máquinas de 14.62 sacos por hora máquina. Al implementar el TPM aumentó en un 7.97% la productividad.

Comparación de la variable dependiente:

Tabla 50. Comparación de disponibilidad, productividad y rendimiento.

Máquina	% Disponibilidad (1er. Semestre)	% Disponibilidad (2do semestre)	% Variación	Productividad sacos/por hora máquina (1er. Semestre)	Productividad sacos/por hora máquina (2do semestre)	% Variación	Rendimiento (1er. Semestre)	Rendimiento (2do semestre)	% variación
Pre-Limpieza	92.00%	97.33%	5.80%	13.70	14.72	7.30%	84.16%	95.54%	13.52%
Descascaradora	77.75%	91.50%	17.68%	11.67	14.06	30.30%	55.94%	85.78%	53.35%
Mesa Paddy	99.33%	100.00%	0.67%	14.90	15.00	0.66%	98.68%	100.00%	1.34%
Despedregadora	91.08%	97.58%	7.14%	13.56	14.75	8.77%	82.34%	95.96%	16.53%
Pulidora de piedra	90.00%	95.50%	6.11%	13.36	14.52	8.66%	80.20%	92.47%	15.30%
Pulidora de agua	85.08%	94.08%	10.58%	12.42	14.36	15.64%	70.46%	90.10%	27.87%
Clasificador	86.67%	93.75%	8.17%	12.95	14.33	10.59%	84.13%	89.54%	6.43%
Selectora	100.00%	100.00%	0.00%	15.00	15.00	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Faja elevadoras	95.75%	98.75%	3.13%	14.35	14.87	3.66%	91.58%	97.91%	6.91%
<b>Promedio semestral</b>	<b>90.85%</b>	<b>96.50%</b>	<b>6.22%</b>	<b>13.55</b>	<b>14.62</b>	<b>7.97%</b>	<b>83.05%</b>	<b>94.14%</b>	<b>13.35%</b>

En la tabla 50, en la comparación de resultados se observa que se incrementó la productividad por hora máquina en un 7.97%, el rendimiento en 13.35% y el % de disponibilidad de máquina en una media de 6.22%, por lo cual refleja, una mejora significativa sobre todo en las máquinas más críticas como la descascaradora y la pulidora de agua.

## Análisis beneficio – costo:

### Beneficio:

Tabla 51. Incremento de producción entre los dos semestres

Semestre	Días laborados	Producción promedio (sacos)
2do semestre	153	16946
1er semestre	153	14950
<b>TOTAL</b>		<b>1996</b>

Fuente: Elaboración propia.

El beneficio obtenido es la diferencia entre la producción real del 1er semestre (t-1) con la producción real del 2do semestre (t).

$$\text{Beneficio} = P_{Rt} - P_{Rt-1}$$

$$\text{Beneficio} = 16946 \text{ sacos} - 14950 \text{ sacos} = 1996 \text{ sacos}$$

Quiere decir que el beneficio implica la recuperación de la producción en el 2do semestre. Entonces:

$$\text{Beneficio} = 1996 \text{ sacos} * \frac{S/48}{\text{sacos}} = \text{S/ 95810}$$

El beneficio total de la aplicación de la propuesta es de **S/ 95810 en el semestre.**

### Costo de la propuesta

Tabla 52. Costos de personal

Herramientas	Remuneración	Semestre	Total
Técnico junior	2015	6.00	S/ 12,090.00
Ingeniero Mecánico	6500	6.00	S/ 39,000.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 51,090.00</b>

Tabla 53. Costos por capacitación

Capacitación de propuesta	Horas	Trabajadores	Costo por hora	Costo TOTAL
Introducción al TPM en la empresa	60	11	S/ 100.00	S/ 6,000.00
Programa de implementación de las 5S	20	11	S/ 50.00	S/ 1,000.00
Capacitación para el mantenimiento autónomo	20	11	S/ 150.00	S/ 3,000.00
Adiestramiento y mejora de desempeño de mantenimiento	15	11	S/ 100.00	S/ 1,500.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 11,500.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 53, se presentan los costos de las capacitaciones realizadas para la implementación del TPM, determinando el costo total de S/ 6 800.00 soles.

**Tabla 54. Costos por materiales**

Recursos materiales	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo TOTAL
Lapiceros	UND	11	S/ 2.00	S/ 22.00
Papel A4	Ciento	1	S/ 12.00	S/ 12.00
Mica	UND	11	S/ 0.50	S/ 5.50
Pizarra	UND	1	S/ 300.00	S/ 300.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 339.50</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 54, se muestran los costos de materiales determinando un costo total de S/ 339.50 soles.

**Tabla 55. Costos por herramientas**

Herramientas	Cantidad	Costo Unitario	Costo TOTAL
Escoba	11	S/ 15.00	S/ 165.00
Recogedor	11	S/ 19.99	S/ 219.89
Cubeta	11	S/ 50.00	S/ 550.00
Trapeador	11	S/ 39.99	S/ 439.89
Trapo industrial	11	S/ 12.00	S/ 132.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 1,506.78</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 55, se visualizan los costos de las herramientas de trabajo, determinando un costo total de S/ 1,506.78

**Tabla 56. Costos de repuestos de la descascadora.**

Repuesto	Cantidad por cambio	Frecuencia (6 meses)	Costo unitario (soles)	Costo total (soles)
Rodillos de goma	2	2	900	3,600
Poleas y correas	1 juego	1	950	950
Cojinetes	2	1	950	1900
Kit de tornillería	1 juego	1	570	570
Lubricantes (grasa especial)	1 kg	6	106.4	638.4
<b>Total Descascaradora</b>				<b>7,658</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 57. Costos de repuestos de pulidora de agua.**

Repuesto	Cantidad por cambio	Frecuencia (6 meses)	Costo unitario (soles)	Costo total (soles)
Tamices	2	2	950	3,800
Bombas de agua	1	1	1900	1,900
Rodamientos	2	1	338.2	676
Juntas de sellado	2	2	114	456
Lubricantes	1 kg	6	152	912
<b>Total Pulidora de Agua</b>				<b>7,744</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 58. Costo Total de la propuesta**

<b>Personal</b>	<b>S/ 51,090.00</b>
Capacitaciones	S/ 11,500.00
Materiales	S/ 339.50
Herramientas	S/ 1,506.78
Repuestos	S/ 7,658.00
Repuestos	S/ 7,744.40
<b>Total</b>	<b>S/ 79,839.08</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 58, presenta el costo total de la propuesta de mejora aplicando el TPM, el cual es de **S/79,839.08**

#### **Cálculo de beneficio costo**

Para calcular el beneficio – costo se aplicará la siguiente formula:

$$\text{Beneficio Costo} = \frac{\text{Sumatoria de Beneficios}}{\text{Sumatoria de costos}}$$

$$\text{Beneficio Costo} = \frac{S/ 95810}{S/ 79839.08}$$

$$\text{Beneficio Costo} = 1.20$$

El beneficio costo de la implementación del TPM es de 1.20. Es decir, por cada S/1 invertido se obtendrá un beneficio de S/ 0.20, por lo cual la implementación de la propuesta es conveniente.

### 3.2. Discusión

Los hallazgos obtenidos de este estudio se han comparado con investigaciones previas. Se encontró que, se asemejan a los de Burawat [2], que demostró que con la aplicación de la herramienta Lean, TPM, se obtuvo un aumento de la productividad en un 5%. Mientras que en esta investigación se logró incrementar la productividad en un 9%. Por otro lado, Cristea et al. [5], al implementar TPM en las máquinas y equipos de una fábrica de plástico se aumentó la productividad en un 10%. Estos artículos avalan los resultados encontrados, ya que garantizan que la herramienta TPM es útil para incrementar la productividad de una empresa, entre otros beneficios como reducir costos, acrecentar la disponibilidad de la maquinaria y mejorar la calidad de los productos [4].

Caso parecido se tiene con el artículo de Drenwniak [3], el cual tuvo como resultados la optimización de la productividad por medio de la herramienta TPM en la industria de ingeniería vial, en el cual se indica el aumento del rendimiento y disponibilidad de equipos como los principales beneficios del método. En comparación con los resultados de esta investigación, también se incrementó el rendimiento, en este caso fue de un 4% y la disponibilidad de equipos pasó de 88 a 93%, aumentando 5%. De igual manera, Abidin et al. [1], mostraron en su investigación, en una fábrica de manufactura de Malasia, que, con la aplicación de esta herramienta de mantenimiento, el rendimiento de la planta se incrementó pasando de 0,75 a 0,78 y, en consecuencia, la productividad se incrementó en un 4%. Estos resultados se asemejan a los de esta investigación, ya que con el aumento del rendimiento la productividad también se incrementó de 74 a 8%, es decir una mejora significativa de 9%. Todos estos artículos de investigación muestran que la aplicación de la filosofía TPM repercute de manera positiva en la funcionalidad de los equipos, ya que se realiza un mantenimiento correcto y continuo lo que garantiza la confiabilidad de continuidad de sus funciones y por ende de la producción, evitando que surjan paradas no programadas o fallos inesperados.

Respecto a las paradas de producción de inactividad de la planta, los resultados son semejantes a los de Gallesi et al. [8], los cuales mencionaron que con la aplicación del TPM se logró reducir el tiempo de inactividad en un 39%, esto debido a la reducción de las averías y el cambio de los instrumentos y equipos de las máquinas, los cuáles lograron predecir correctamente los puntos críticos. Además, otro beneficio fue que los costos se redujeron en un 16%, y, en consecuencia, se incrementó la disponibilidad de las maquinarias. Al igual que este artículo, en la investigación se obtuvo un aumento de

disponibilidad debido a la reducción del tiempo de paradas de producción en 4%, lo que permitió que se produjeran más productos y, por ende, se incrementarán las ganancias.

Caso parecido es el del artículo de Cristea et al. [5], que muestra que con la implementación del TPM se logró elevar la capacidad instalada de 72 a 93.5%, esto debido a la mayor cantidad de producción real en comparación con la producción teórica.

En esa misma línea, el artículo de Gallesi et al. [8], mostró el incremento en un 6% de la disponibilidad de los equipos y la reducción de tiempo de inactividad por causa de parada de producción en un 23%, lo que se traduce en ganancias de hasta S/ 17.000. Los resultados de esta investigación y de los trabajos previos estudiados muestran con certeza que la implementación del TPM es muy beneficioso para las empresas industriales, ya que aumenta la disponibilidad, rendimiento y productividad de los equipos y máquinas, y contribuye al incremento de las ganancias.

#### **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

##### **4.1. Conclusiones:**

El diagnóstico del molino se determinó que los principales problemas son: la inexistencia de programas de mantenimiento y las constantes fallas en las máquinas que causan paradas de producción regulares. Las máquinas identificadas con una alta criticidad son la pulidora de agua y descascaradora.

Se aplicó la herramienta TPM mediante 3 fases: Preparación, Introducción e Implementación. En la fase de implementación se aplicó la herramienta 5S, mantenimiento planificado a las máquinas con alta criticidad, mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y programa de capacitación a los trabajadores, con lo que se logró que la productividad promedio semestral se incremente en 1.07 sacos/hora.

En la comparación de resultados se observa que se incrementó la productividad por hora máquina en un 7.97%, el rendimiento en 13.35% y el % de disponibilidad de máquina en una media de 6.22%, por lo cual refleja, una mejora significativa sobre todo en las máquinas más críticas como la descascaradora y la pulidora de agua.

El análisis beneficio de la implementación es de S/ 95810 mientras que el costo es S/ 79839.08, realizando el cálculo requerido, se ha obtenido un beneficio – costo de 1.20,

es decir que por cada S/1 invertido se obtendrá S/ 0.20 de ganancia. Esto muestra que la implementación de la herramienta TPM es conveniente para la empresa.

#### **4.2. Recomendaciones**

Se recomienda al molino implementar el TPM, ya que genera un aumento en la disponibilidad de las máquinas y en la productividad. También aplicar el TPM en las áreas de añejado, secado y de reproceso, para que brinde mejoras y en la productividad.

Se recomienda al personal de la empresa, participar en todas las capacitaciones futuras sobre mantenimientos, con la finalidad de mantener un registro adecuado de todas las máquinas y evitar que se retrase la producción. Por último, al implementar el TPM se obtiene un beneficio costo de S/ 1.20 obteniendo una ganancia de 0.2, por lo que es favorable al molino.

## V. REFERENCIAS

- [1] M. Abidin, Z. Harith, Z. Leman, Z. Abidin, M. Yusof y A. Khalili, «Lean impact on manufacturing productivity: a case study of industrialized building system (IBS) manufacturing factory.,» *Scopus*, 2022.
- [2] Burawat, «Productivity improvement of highway engineering industry by implementation of lean six sigma, TPM, ECRS, and 5S: A case study of AAA Co., Ltd,» *ProQuest*, vol. 07, 2019.
- [3] R. Drewniak y Z. Drewniak, «Improving business performance through TPM method: The evidence from the production and processing of crude oil,» *Scopus*, pp. 125-137, 2022.
- [4] I. Gherghea, C. Bungau, C. Indre y D. Negrau, «Enhancing Productivity of CNC Machines by Total Productive Maintenance (TPM) implementation,» *Iopscience*, 2021.
- [5] C. Cristea, M. Cristea, F. Serban, C. Fagarasan y C. Stoenoiu, «Productivity assessment of the Romanian construction industry using Malmquist Productivity Index.,» *Iopscience*, vol. 1169, 2021.
- [6] M. Dos Reis, R. Godina, C. Pimentel, F. Silva y J. Matias, «A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction.,» *Science Direct*, vol. 38, pp. 908-915, 2020.
- [7] E. Michlowicz y T. Korfel, «Improving the productivity of operation of rotary furnaces using the tpm method.,» *Scopus*, 2021.
- [8] A. Gallesi, A. Velarde, C. León, C. Raymundo y F. Dominguez, «Maintenance Management Model under the TPM approach to Reduce Machine Breakdowns in Peruvian Giant Squid Processing SMEs.,» *Scopus*, 2020.
- [9] J. Cubas, L. Pretel, E. Quezada, C. Santamaria, N. Valencia y A. Yépez, «Design proposal of a Maintenance Management System for the Company Pesquera Pacasmayo E.I.R.L.,» *Scopus*, 2021.
- [10] V. Ames, W. Vásquez, I. Macassi y C. Raymundo, «Save all to author list Maintenance management model based on Lean Manufacturing to increase the productivity of a company in the Plastic sector.,» *Scopus*, 2019.
- [11] J. Quiroz y M. Vega, «REVIEW LEAN MANUFACTURING MODEL OF PRODUCTION MANAGEMENT UNDER THE PREVENTIVE MAINTENANCE APPROACH TO IMPROVE EFFICIENCY IN PLASTICS INDUSTRY SMES: A CASE STUDY. South African Journal of Industrial Engineering, 33(2), 143-156.,» *Scopus*, 2022.
- [12] E. Navarro, «Lean Manufacturing: TPM para mejorar la productividad de una empresa de leche evaporada.,» *Google académico*, 2021.

- [13] E. Collazos, V. Reátegui, R. Chong y D. Chiroque, «Metodología SMED y la filosofía 5S para mejorar el proceso en las líneas de costura de una empresa de confecciones.,» 2022. [En línea]. Available: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3473>.
- [14] C. Sánchez, «Programa de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la planta 1 de la empresa agroexportadora gandules Inc. SAC Jayanca, Lambayeque,» *Google académico*, 2018.
- [15] L. Llontop, «Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la Agroindustria Pomalca SAA.,» *Google académico*, 2018.
- [16] Q. Yi, J. Li, Q y S. Wang, «Green total factor productivity measurement of industrial enterprises in Zhejiang Province, China: A DEA model with undesirable output approach.,» *Science Direct*, vol. 8, pp. 307-317, 2022.
- [17] G. Pinto, F. Silva, A. Baptista, O. Nuno, R. Casaisa y C. Carvalho, «TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study.,» *Science Direct*, vol. 51, pp. 1423-1430, 2020.
- [18] R. Mishra, G. Gupta y A. Sharma, «Development of a Model for Total Productive Maintenance Barriers to Enhance the Life Cycle of Productive Equipment.,» *Science Direct*, vol. 98, pp. 241-246, 2021.
- [19] E. Kosicka, A. Gola y J. Pawlak, «Application-based support of machine maintenance.,» *Science Direct*, vol. 52, pp. 131-135, 2019.
- [20] V. Niño, «Metodología de la Investigación: diseño, ejecución e informe,» *eLibro*, vol. 02, 2019.
- [21] M. Monroy y N. Nava, «Metodología de la investigación. Grupo Editorial Éxodo.,» *eLibro*, p. 101, 2018.
- [22] I. Lakatos, «Resumen de: La metodología de los programas de investigación. La Bisagra.,» *eLibro*, p. 119, 2020.
- [23] M. Erazo, «Rigor científico en las prácticas de investigación cualitativa. Ciencia, Docencia y Tecnología,» *eLibro*, vol. 42, pp. 107-136, 2018.
- [24] K. Mironov, A. Mansurov, V. Goeva y S. Nizovesev, «Factors affecting the efficiency of the rod shredder and the analytical expression of its productivity.,» *Iopscience*, vol. 640, 2021.
- [25] S. Saumyaranjan y Y. Sudhir, «Influences of TPM and TQM Practices on Performance of Engineering Product and Component Manufacturers.,» *Science Direct*, vol. 43, pp. 728-735, 2020.

## VI. ANEXOS

### Anexo A 1. Instrumento Check List de las máquinas de trabajo

		Check List de las máquinas			
		TIPO: REGISTRO DE MANTENIMIENTO			
Fecha:	16/05/2023	Área de la planta:	Pilado		
Producto:	Arroz pilado	Nombre del operario:			
N°	ITEM	SI	NO	Observaciones	
<b>Antes de funcionamiento</b>					
1	Se puede observar fácilmente el modo de serie de la máquina.	X			
2	La máquina está lubricada.		X	Presenta ruidos extraños debido al roce de las partes no lubricadas.	
3	El equipo no presenta rastros de materia prima.	X			
4	Las partes de la máquina están en el lugar correspondiente.	X			
5	No existe humedad en el equipo.		X		
6	El equipo está sellado adecuadamente.	X			
7	No presenta fugas de aceite.	X			
8	Los dispositivos de control están funcionando correctamente.		X	Hay un equipo de control que presenta fallas continuas.	
9	El sistema de fugas de efluentes está en óptimo estado.	X			
10	El sistema de fuga de sólidos de vapor está en óptimo estado.	X			
11	El sistema de fuga de agua está en óptimo estado.	X			
12	El sistema de fuga de sólidos está en óptimo estado.		X	El sistema de fuga de sólidos presenta fallas en intervalos de tiempos.	
13	Son visibles los botones de emergencia y funcionan correctamente.		X		
14	Las purgas se realizan adecuadamente.	X			
<b>Durante el funcionamiento</b>					
15	El operario ejecuta el procedimiento de puesta en marcha del equipo.		X	El personal no cuenta con programas de métodos para la puesta en marcha.	
16	La máquina no realiza ruidos extraños.	X			
17	El equipo no muestra signos de sobrecalentamiento.	X			
18	Las partes de la máquina están en el lugar correspondiente.		X		
19	La máquina está trabajando en las condiciones esperadas.		X	La máquina no está funcionando con precisión y presenta fallas.	
20	La máquina está sellada correctamente.	X			
21	La materia prima no presenta residuos plásticos o metálicos mayores a 5cm.		X	Presenta residuos plásticos mayores a 5cm.	
22	Los equipos o dispositivos de control se encuentran funcionando bien.	X			

## Anexo A 2. Convalidación de herramienta Check List

### UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

#### FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

**Título del proyecto:** Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2022.

**Datos del experto:** MG. ING. LUIS ROBERTO LARREA COLCHADO

**Grado académico:** MAGISTER

**Cargo e institución:** DOCENTE A TIEMPO COMPLETO- UNIVERSIDAD SENOR DE SIPAN

**Datos del estudiante:** Morales Piscocoya Manuel Antonio

**Nombre del instrumento a validar:** Check List

**Instrucciones:** Determinar si el instrumento de medición, reúne los indicadores mencionados y evaluar si ha sido excelente, muy bueno, bueno, regular o deficiente, colocando un aspa (x) en el casillero correspondiente.

Deficiente: 1      Regular: 2      Bueno: 3      Muy bueno: 4

Indicadores	Criterios	Puntuación			
		1	2	3	4
Claridad	Los items están formulados con lenguaje apropiado y comprensible.				X
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los items.				X
Suficiencia	Los items son suficientes para medir los indicadores de las variables.				X
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere.				X
Viabilidad	Es viable su aplicación.				X
Puntaje parcial					20
Puntaje total		20			

**Valoración**

**Puntaje (De 0 a 20):** 20

**Calificación: (De deficiente a muy bueno):** 4

**Observaciones:** ENTREVISTA APTO PARA SU APLICACIÓN

  
LUIS ROBERTO LARREA COLCHADO

CIP: 200049

Fecha: 03-12-2022

### Anexo A 3. Instrumento Entrevista al Jefe de planta y trabajadores.

#### ENTREVISTA DIRIGIDA AL JEFE DE PLANTA Y TRABAJADORES

Responsable: Fredy Granados Caicedo

Cargo: Jefe de Planta

1. ¿Qué tipo de mantenimiento aplican en la empresa? ¿Y cada cuanto tiempo lo realizan?

- En la empresa solo realizan mantenimiento correctivo para las fallas de las máquinas de trabajo cada 1 vez al año.

2. ¿Tiene Ud. conocimiento sobre el mantenimiento productivo total TPM?

- Sí, tengo conocimiento de este tipo de mantenimiento, sería muy bueno aplicarlo en el área de producción del molino.

3. ¿La empresa brinda capacitación constante al personal?

No, no son muy seguidas las capacitaciones porque paralizan la producción, solo 1 o 2 veces al año cuando hay compañías.

4. ¿La empresa cuenta con personal capacitado para el tipo de mantenimiento que la máquina o equipo necesita?

Actualmente, no, solo hay uno que tiene conocimientos de los equipos y máquinas de trabajo de producción de arroz.

5. ¿Qué problemas más seguidos son los que se presentan en el área de pilado? ¿Y cuáles son sus causas?

La falla de máquinas, escasez de repuestos. Sus causas son originadas por una inexistencia de programas de mantenimiento, inexistencia de planificación de repuestos para las máquinas necesarias.

6. ¿En relación a las máquinas, Ud. considera que se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento?

Actualmente las máquinas si se encuentran en buenas condiciones, están en un 70% a 80% de funcionamiento, pero si se implementara el TPM, sería de gran ayuda para aumentar la productividad.

7. ¿Con respecto a la productividad del molino, ha aumentado en estos últimos años?

En estos últimos años la productividad del molino se mantiene estable, pero por las fuertes lluvias que han aparecido este año, ocasionaron pérdidas de producción.

8. ¿Por qué crees que las máquinas fallan constantemente?

Por el uso inadecuado y el no conocer las funciones correctas de las máquinas y de los equipos de producción.

9. ¿Está dispuesta la empresa a mejorar constantemente en el mantenimiento de los equipos y/o máquinas?

Totalmente, sería buena idea implementar a la empresa un plan de mantenimiento de los equipos y máquinas.

10. ¿Cree Ud. que con la implementación del mantenimiento productivo total TPM, mejorará la productividad de la empresa?

Sí, porque va permitir aplicar técnicas y métodos que son necesarias para mejorar la productividad y el cuidado de las máquinas y equipos de trabajo.

## Anexo A 4. Convalidación de instrumento Entrevista.

### UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN

#### Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

#### FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

**Título del proyecto:** Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2022.

**Datos del experto:** MG. ING. EVA MARIA CHAVARRY HUAMAN

**Grado académico:** MAGISTER

**Cargo e institución:** DOCENTE A TIEMPO PARCIAL- UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**Datos del estudiante:** Morales Piscoya Manuel Antonio

**Nombre del instrumento a validar:** Entrevista

**Instrucciones:** Determinar si el instrumento de medición, reúne los indicadores mencionados y evaluar si ha sido excelente, muy bueno, bueno, regular o deficiente, colocando un aspa (x) en el casillero correspondiente.

Deficiente: 1      Regular: 2      Bueno: 3      Muy bueno: 4

Indicadores	Criterios	Puntuación			
		1	2	3	4
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible.				X
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems.				X
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables.			X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere.				X
Viabilidad	Es viable su aplicación.				X
Puntaje parcial				3	16
Puntaje total		19			

#### Valoración

Puntaje (De 0 a 20): 19

Calificación: (De deficiente a muy bueno): 4

Observaciones: ENTREVISTA APLICABLE



EVA MARIA CHAVARRY HUAMAN  
INGENIERA INDUSTRIAL  
REG CIP 241298

Fecha: 02-12-2022

## Anexo A 5. Instrumento Cuestionario al personal del molino.

### CUESTIONARIO AL PERSONAL DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

**Descripción:** El propósito de esta encuesta es recolectar información sobre el tema de "Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2023.

Lea cada pregunta y marque con una (x) la alternativa que sea correspondiente para usted:

**01. ¿Cuál es el tipo de mantenimiento que realizan en la empresa?**

- |               |  |
|---------------|--|
| 1) Preventivo | 3) Continuo                                    |
| 2) Predictivo | <input checked="" type="checkbox"/> Correctivo |

**02. ¿Con que frecuencia anual realizan mantenimiento a las máquinas de producción?**

- |  |                   |
|--|-------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 vez al año | 3) 3 veces al año |
| 2) 2 veces al año                                | 4) 4 veces al año |

**03. ¿Cómo califica usted actualmente la gestión de mantenimiento en el molino?**

- |             |  |
|-------------|--|
| 1) Muy bien | 3) Regular                               |
| 2) Bien     | <input checked="" type="checkbox"/> Malo |

**04. ¿Usted actualmente recibe alguna capacitación constante?**

- |            |  |
|------------|--|
| 1) Sí      | <input checked="" type="checkbox"/> No |
| 2) A veces | 4) Nunca                               |

**05. ¿Según tu criterio, ¿Cómo califica las capacitaciones o planes realizados en su área?**

- |             |   |
|-------------|---|
| 1) Muy bien | 3) Regular                              |
| 2) Bien     | <input checked="" type="checkbox"/> Mal |

**06. ¿Cuáles crees que son los problemas más comunes que se presentan en el área de producción?**

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Falla de maquinarias | 3) Corte de energía eléctrica |
| 2) Falla de repuestos                                    | 4) Falta de mano de obra      |

**07. ¿Desde su punto de vista, ¿Quién crees que deba ser el encargado de dar soluciones a los problemas?**

- |                     |   |
|---------------------|---|
| 1) Gerencia         | 3) Trabajadores                                   |
| 2) Recursos humanos | <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento |

**08. ¿Se aplican la preparación de actividades de mantenimiento como inspección, ajustes, calibración, lubricación y limpieza en los equipos de trabajo?**

- |                 |   |
|-----------------|---|
| 1) Siempre      | <input checked="" type="checkbox"/> A veces |
| 2) Casi siempre | 4) Nunca                                    |

**09. ¿Usted tiene conocimiento sobre el mantenimiento productivo total TPM?**

- |               |  |
|---------------|--|
| 1) Totalmente | 3) Un poco                             |
| 2) Si         | <input checked="" type="checkbox"/> No |

**10. ¿Usted cree que aplicando el mantenimiento productivo total TPM, mejorará la productividad del molino?**

- |  |                      |
|--|----------------------|
| 1) Muy de acuerdo                              | 3) Desacuerdo        |
| <input checked="" type="checkbox"/> De acuerdo | 4) En muy desacuerdo |

## Anexo A 6. Convalidación de instrumento Cuestionario.

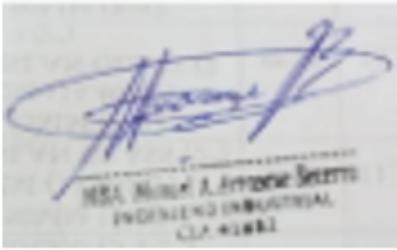
<b>UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN</b>							
<b>Escuela Profesional de Ingeniería Industrial</b>							
<b>FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS</b>							
<b>Título del proyecto:</b> Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2022.							
<b>Datos del experto:</b> Arrascue Becerra Manuel Alberto							
<b>Grado académico:</b> Ingeniero industrial							
<b>Cargo e institución:</b> MG.							
<b>Datos del estudiante:</b> Morales Piscoya Manuel Antonio							
<b>Nombre del instrumento a validar:</b> Cuestionario							
Instrucciones: Determinar si el instrumento de medición, reúne los indicadores mencionados y evaluar si ha sido excelente, muy bueno, bueno, regular o deficiente, colocando un aspa (x) en el casillero correspondiente.							
Deficiente: 1		Regular: 2		Bueno: 3		Muy bueno: 4	
Indicadores	Criterios	Puntuación					
		1	2	3	4		
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible.			X			
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems.			X			
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables.			X			
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere.		X				
Viabilidad	Es viable su aplicación.			X			
Puntaje parcial			2	12			
Puntaje total		14					

**Valoración**

**Puntaje (De 0 a 20): 14**

**Calificación: (De deficiente a muy bueno): BUENO**

**Observaciones: CUESTIONARIO APTO PARA SU APLICACIÓN**

  
MBA. Manuel A. Arrascue Becerra  
INGENIERO INDUSTRIAL  
C.P. 41882

**Fecha: 2/12/2022**

**No. Colegiatura: 41882**

**Anexo A 7. Carta de autorización para la recolección de la información.**

**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Chiclayo, 03 de mayo de 2023.

Quien suscribe:

**Sr. Cesar Rubio Cruzado**

**Representante legal - Molino Don Julio S.A.C**

**AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado "Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2023"**

Por el presente, el que suscribe Cesar Rubio Cruzado, representante legal de la empresa Molino Don Julio S.A.C. AUTORIZO al estudiante Manuel Antonio Morales Piscoya identificado con DNI N° 73531530, estudiante del programa de estudios de investigación II y autor del trabajo investigación denominado "Aplicación del mantenimiento productivo Total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2023". Al uso de dicha información que conforma el expediente técnico, así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.



Nombre y Apellidos: Cesar Rubio Cruzado

DNI: 10364957

CARGO: Adominador

### Anexo A 8. Evidencia de turnitin.

202301-2042-10000318-111101-10-2-1 / Semana 14 - Trabajo Final para Turnitin

## Semana 14 - Trabajo Final para Turnitin

**✓ Hecho**

Apertura: martes, 11 de julio de 2023, 00:00  
 Cierre: miércoles, 26 de julio de 2023, 23:00

Editar entrega    Borrar entrega

### Estado de la entrega

Estado de la entrega	Enviado para calificar
Estado de la calificación	Sin calificar
Tiempo restante	La tarea fue enviada 4 días 4 horas antes
Última modificación	sábado, 22 de julio de 2023, 18:58
Archivos enviados	 Turnitin Tesis Manuel Morales Piscocya.docx  14% 22 de julio de 2023, 18:58
Comentarios de la entrega	► Comentarios (0)

### Anexo A 9. Ficha técnica de pulidora vertical Zaccaria (máquina crítica)

FICHA TÉCNICA								
FECHA:	05/05/2023							
DATOS GENERALES								
Equipo: Pulidor vertical	CÓDIGO: PEM-001							
Marca: Zaccaria	Modelo: BVZ-001							
DATOS DEL FABRICANTE								
Nombre: Zaccaria	Teléfono: (3906237)							
Ciudad: Chiclayo, Lambayeque	Correo electrónico: comex@zaccaria.com							
FUNCIONES								
Equipo de alta producción que ha sido desarrollado para la obtención de un mayor índice de granos enteros, un pulimento uniforme y un bajo índice de granos partidos.								
SERVICIOS DE OPERACIÓN								
Eléctrico	x	Volts: 440V.	AMP: 119.2A	FRE: 60Hz	POT:75Kw			
Hidráulico		Características						
Lubricación								
Neumático	x							
Refrigeración								
Panel integrado al equipo con sistema de bomba y tanque.								
Sistema de acondicionamiento de arroz.								
Sistema de control que optimiza el uso de la potencia del motor								
Actuador lineal que controla el pulido de arroz por el sistema.								
MOTOR ELÉCTRICO								
Nº	FUNCIÓN	MARCA	MODELO	KW	H	RPM	VOLT	AMP
1	Motor principal	SIEMENS	100_001	77	60	1786	460	119.9



**Anexo A 10. Implementación de las 5S (Seiso) en área de pilado.**



**Anexo A 11. Implementación del mantenimiento autónomo en pilado.**

