



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Título de Investigación  
Aplicación del mantenimiento productivo total TPM  
para mejorar la productividad en un molino,  
Lambayeque 2024**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER  
EN INGENIERIA INDUSTRIAL**

**Autores**

Idrogo Nuñez, Juan Manuel

<https://orcid.org/0009-0003-4776-1149>

Rimarachin Huaman, Augusto Javier

<https://orcid.org/0000-0001-6697-2222>

**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**





### DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, soy(somos) Idrogo Nuñez Juan Manuel, Rimarachin Huaman Augusto Javier del Programa de Estudios de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro (ambos) bajo juramento que soy (somos) autor(es) del trabajo titulado:

#### **Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2024**

El texto de nuestro 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 (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Idrogo Nuñez Juan Manuel	DNI: 77338296	
Rimarachin Huaman Augusto Javier	DNI: 77230439	

Pimentel 18 julio de 2024.

## REPORTE DE SIMILITUD DE TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**TUR IDROGO RIMARACHIN.docx**

RECuento DE PALABRAS

**7055 Words**

RECuento DE CARACTERES

**35949 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**37 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**865.9KB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 12, 2024 2:36 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 12, 2024 2:36 PM GMT-5**

### ● 10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de

- 7% Base de datos de trabajos entregados

**Crossref**  
 Derechos Reservados - Copyright  
 Dirección de Tecnologías de la Información  
 Desarrollo de Sistemas  
 eSeuss@uss.edu.pe

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

	<b>ACTA DE SEGUNDO CONTROL DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN</b>	Código:	F3.PP2-PR.02
		Versión:	02
		Fecha:	18/04/2024
		Hoja:	1 de 1

Yo, Jorge Tomás Cumpa Vásquez, coordinador de investigación del Programa de Estudios de Ingeniería Industrial, he realizado el segundo control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos para el nivel de pregrado según la Directiva de similitud vigente en USS; además certifico que la versión que hace entrega es la versión final del trabajo de investigación titulado: **Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2024**, elaborado por los egresados **IDROGO NUÑEZ JUAN MANUEL, RIMARACHIN HUAMAN AUGUSTO JAVIER**.

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **10%**, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre ~~índice de similitud de los productos académicos y de investigación~~ vigente.

Derechos Reservados - Copyright  
 Dirección de Tecnologías de la Información  
 Desarrollo de Sistemas  
 eSeuss@uss.edu.pe

Pimentel, 16 de septiembre de 2024



**Mg. Jorge Tomás Cumpa Vásquez**

**Coordinador de Investigación Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**

**DNI N° 42851553**

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios por ser nuestra guía más confiable en la vida, a nuestros padres por su aliento devoto. Así mismo, a nuestros hermanos por formar parte del pilar de soporte que nos impulsaron a seguir adelante.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a Dios por brindarme sabiduría y conocimiento para afrontar los nuevos retos en mi vida. Y a mi familia y amigos, quienes siempre respaldaron cada una de mis decisiones.

**Juan Idrogo**

Quiero agradecer a mis padres y hermanos quienes me apoyaron de diversas maneras para culminar mi carrera, lograr una de mis metas trazadas y pueda continuar desarrollándome profesionalmente

**Augusto Rimarachín**

## Índice

Dedicatoria .....	5
Agradecimientos.....	6
Índice de tablas y figuras.....	8
Resumen .....	10
Abstract .....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	14
1.3. Hipótesis	14
1.4. Objetivos	14
1.5. Teorías relacionadas al tema	14
II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	19
Tipo de Investigación.....	19
Población.....	23
Muestra.....	23
Técnicas e instrumentos	23
III. RESULTADOS .....	25
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	51
V. REFERENCIAS .....	54
ANEXOS .....	57
Anexo 01: CUESTIONARIO .....	57

## Índice de tablas

Tabla 1 . Tabla de operacionalización	20
Tabla 2. Resumen de Procesamiento de Casos	24
Tabla 3. Estadísticas de Fiabilidad	24
Tabla 4 . Respuestas a preguntas de cuestionario	25
Tabla 5 . Principales problemáticas de la empresa	27
Tabla 6 . Disponibilidad antes de implementar la propuesta	28
Tabla 7 Confiabilidad antes de implementar la propuesta	29
Tabla 8 Tiempo entre fallas antes de implementar la propuesta	29
Tabla 9 . Tiempo de reparación antes de implementar la propuesta	30
Tabla 10 . Eficiencia antes de implementar la rpopuesta	30
Tabla 11 . Eficacia antes de implementar la propuesta	31
Tabla 12 . Productividad antes de implementar la propuesta	31
Tabla 13 . Análisis de la decisión de aplicar TPM en alta gerencia	32
Tabla 14 . Política TPM	33
Tabla 15. Área de producción de aplicar el Seiso	35
Tabla 16 . Plan de estandarización	35
Tabla 17 . Mantenimiento autónomo	37
Tabla 18 . Mantenimiento Planificado	38
Tabla 19. Formato de inspección	40
Tabla 20 . Cronograma de capacitaciones	42
Tabla 21 . Actividades del TPM	43
Tabla 22. Disponibilidad después de implementar la propuesta	44
Tabla 23 Confiabilidad después de implementar la propuesta	44
Tabla 24 Tiempo entre fallas después de implementar la propuesta	45
Tabla 25 . Tiempo de reparación después de implementar la propuesta	45
Tabla 26 . Eficiencia después de implementar la rpopuesta	46
Tabla 27 . Eficacia después de implementar la propuesta	46
Tabla 28 . Productividad después de implementar la propuesta	47
Tabla 29 . Comparación de resultados	47
Tabla 30 . Beneficio por ventas de bolsas de arroz	48
Tabla 31 . Costos por procedimientos	48



Tabla 32 . Costos pro capacitaciones	49
Tabla 33. Costos por materiales	49
Tabla 34 . Costos por herramientas	49
Tabla 35 . Costos por artículos de limpieza	50
Tabla 36 . Resumen de costos	50
Tabla 37 . Beneficio - Costo	50

### **Índice de figuras**

Figura 1. Diagrama de Ishikawa	26
Figura 2 . Diagrama de Pareto	27
Figura 3. Organigrama de comité TPM	33
Figura 4. Tarjeta Roja	34

## Resumen

En la actualidad, las empresas han enfrentado numerosos problemas relacionados con la gestión de mantenimiento, los cuales tuvieron efectos perjudiciales tanto en los costos como en la productividad de las empresas. Debido a lo anterior, el objetivo de este artículo fue implementar el mantenimiento productivo total para incrementar la productividad en una empresa molinera de arroz. La metodología de estudio fue de tipo cuantitativa, diseño cuasi experimental. Se desarrolló un cuestionario que fue aplicado a la muestra, la cual estaba conformada por 15 trabajadores de la empresa. Los resultados mostraron que la gestión de mantenimiento productivo es óptima para la empresa pues la eficacia pasó de 79% a 83%, teniendo una mejora del 4%. La eficiencia pasó de 82% a 93%, teniendo un aumento del 11%. Y la productividad pasó de 65% a 77%, aumentando en un 12%. La discusión de la investigación indicó las semejanzas de los resultados con diversos autores, especialmente en el uso de los pilares del TPM para evitar averías, paradas de producción y extender la vida útil de los equipos. En conclusión, la ejecución del plan de mantenimiento productivo total logró aumentar la productividad en el molino de arroz, lo cual evidenció la efectividad de esta herramienta.

**Palabras Clave:** Averías, Mantenimiento Productivo Total, Molino.

## **Abstract**

Nowadays, companies have faced numerous problems related to maintenance management, which had detrimental effects on both costs and productivity of the companies. Due to the above, the objective of this article was to implement total productive maintenance to increase productivity in a rice milling company. The study methodology was a quantitative, quasi-experimental design. A questionnaire was developed and applied to the sample, which consisted of 15 workers of the company. The results showed that the productive maintenance management is optimal for the company since the effectiveness went from 79% to 83%, with an improvement of 4%. Efficiency went from 82% to 93%, an increase of 11%. And productivity went from 65% to 77%, an increase of 12%. The discussion of the research indicated the similarities of the results with several authors, especially in the use of the TPM pillars to avoid breakdowns, production stoppages and extend the useful life of the equipment. In conclusion, the execution of the total productive maintenance plan was able to increase productivity in the rice mill, which evidenced the effectiveness of this tool.

**Keywords:** Breakdowns, Total Productive Maintenance, Mill.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El mantenimiento es una actividad que asegura la continuidad del proceso productivo y calidad del producto final. En este contexto, PMP surge como herramienta eficaz, garantizando la confiabilidad y disponibilidad de equipos críticos del molino. La implementación de técnicas predictivas en el PMP, identifica y corrige posibles fallas en equipos antes de que ocurran, reduciendo tiempos de parada no programados y mejorando la eficiencia del proceso productivo [1].

A nivel internacional, Rathi et al. [2], en su trabajo de investigación en la India, mostraron que dicha empresa no cuenta con un plan de mantenimiento productivo total, lo cual genera una gran problemática, ya que afecta de manera directa cada situación de la empresa, perjudicando directamente su planificación de producción. Entre los principales problemas se evidenció fallas en las máquinas, debido a que la producción de calzado es un proceso que conlleva a una serie de actividades, las cuales son realizadas por máquinas que están en funcionamiento según la demanda de los consumidores, por lo cual están expuestas a fallos y averías que generan paros en la producción ya que no cuentan con un plan de mantenimiento adecuado [3]. Esto trae como consecuencia que se creen situaciones de peligro, accidentes y problemas en la empresa. Por este motivo se propone implementar el TPM basado en la confiabilidad y herramientas informáticas para el correcto mantenimiento de las máquinas [4].

Bhushan et al. [5], en su artículo de investigación afirman que, la implementación del TPM, aplicado en maquinaria de producción es óptimo para solucionar problemáticas que se basan en las constantes averías que ocasionan paradas de producción y se pierdan ventas. También se evidenció problemas crónicos de equipos, algunos de ellos doblados, ejes dañados, cojinetes bloqueados, sellos dañados, y ejes calentados. Es por esta razón se recomendó la implementación del TPM para mejorar la situación de la producción.

A nivel nacional, Mendoza et al. [6], en un estudio realizado en una empresa de calzados, entre los principales problemas se evidenció fallas en las máquinas, debido a que la producción de calzado es un proceso que conlleva a una serie de actividades desde la obtención de materia prima, troquelado, perforado, aforrado pulido, y hasta el proceso de ensamblado, esto producía una baja disponibilidad de los elementos y constantes paradas de producción que producía tiempos muertos y pérdida de productividad [7].

Por otro lado, en Trujillo Bonifaz y De La Cruz [8], llevaron a cabo un estudio en una empresa que presentaba un deficiente plan de mantenimiento de las máquinas, se evidenciaron problemas relacionados con la confiabilidad de los accesorios, componentes y maquinaria utilizada. Se observaron rodamientos fragmentados en corto tiempo, deterioro precoz de válvulas, resistencias, acoples, entre otros problemas debido a la baja calidad de la materia prima utilizada y una mala manufactura en la fabricación de estos componentes constantemente tenían paradas de producción que cargaba con mayores costos a la empresa y en consecuencia, un menor margen de rentabilidad [9]. Ante esta problemática, se propuso la implementación de un plan de mantenimiento productivo para abordar estos problemas.

A nivel local [10], en una tesis de maestría realizada en Chiclayo, se llevó a cabo un estudio que evidenció la inadecuación del sistema de mantenimiento actual. Esto se debe a la falta de controles, capacitaciones insuficientes, mantenimientos realizados fuera de tiempo y diagnósticos inadecuados por parte del personal encargado, quienes alquilan unidades para evitar afectar al cliente final. Para abordar esta problemática, se propuso el plan TPM, un cronograma de inspecciones y el cambio de los intervalos de mantenimiento, así como la capacitación del personal correspondiente.

Esta investigación se justifica porque el TPM beneficiará a la empresa, pues aumentará la producción utilizando una menor cantidad de recursos. Implementar el TPM fue conveniente y trajo una serie de beneficios que incrementan la productividad del molino hasta

en un 12%, aportando en gran medida la solución al problema, cumpliendo las expectativas de la empresa.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo aumentará la productividad en un molino?

## **1.3. Hipótesis**

Aplicar un plan de mantenimiento preventivo aumentará la productividad en un molino de arroz

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo General**

Aplicar un plan de mantenimiento preventivo asistido con técnicas predictivas en la Piladora Nuevo Horizonte S.A.C.

### **Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual de la empresa
- Calcular los indicadores de mantenimiento antes de implementar la propuesta
- Aplicar el Plan de mantenimiento TPM
- Calcular los indicadores después de aplicar la propuesta
- Comparar los indicadores
- Realizar el análisis beneficio - costo

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

### **Mantenimiento Productivo Total**

Esta herramienta de gestión, de origen japonés, es una filosofía centrada en optimizar la eficiencia de los equipos y maquinarias de producción. También pone énfasis en empoderar a los trabajadores capacitándolos para que utilicen y mantengan adecuadamente los equipos. Las empresas que implementen esta herramienta pueden esperar ventajas como ciclos de producción más largos, tiempos de inactividad reducidos, menores costos de mantenimiento y una mejor calidad del producto [11].

Estos son algunos de los beneficios del mantenimiento:

- Reducción del tiempo de inactividad: cuando el equipo recibe el mantenimiento adecuado, es menos probable que se averíe. Esto puede conducir a una reducción del tiempo de inactividad, lo que puede ahorrar tiempo y dinero.
- Productividad mejorada: cuando el equipo funciona sin problemas, puede ayudar a mejorar la productividad. Por lo cual, la producción se incrementa y se obtienen productos con mayor calidad.
- Mayor seguridad: Es menos probable que los equipos con mantenimiento adecuado causen accidentes, así, se obtiene un lugar de trabajo más seguro y se reducen costos de responsabilidad.
- Mayor vida útil del equipo: cuando el equipo se mantiene adecuadamente, puede durar más. Esto puede ahorrar dinero en costos de reemplazo.

### **Indicadores KPI de mantenimiento**

Los indicadores de mantenimiento, o KPI (Key Performance Indicators), se utilizan para monitorear el desempeño de un programa de mantenimiento. Se pueden usar para rastrear una variedad de métricas, como el tiempo de inactividad del equipo, la confiabilidad de los activos y costos de mantenimiento. Al rastrear estos indicadores, los gerentes de mantenimiento pueden identificar áreas donde se puede mejorar el programa. Por ejemplo, si el MTBF o la disponibilidad disminuye de un equipo, puede ser una señal de que el programa de mantenimiento no es efectivo. En este caso, el gerente de mantenimiento puede necesitar aumentar la frecuencia del mantenimiento preventivo o implementar el mantenimiento predictivo.

Tiempo medio entre fallas (MTBF): Es el tiempo promedio entre deficiencias de un equipo. Es una medida de la fiabilidad del equipo. Se calcula dividiendo la totalidad del número de horas que funciona el equipo por el número de fallas totales que ocurren.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}}$$

Tiempo medio de reparación (MTTR): Es el tiempo medio que se tarda en reparar un equipo después de que ha fallado. Es una medida de la efectividad del programa de mantenimiento. Se calcula dividiendo el número total de horas que el equipo está fuera de servicio por reparaciones entre el número total de reparaciones realizadas [11].

$$MTFB = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$$

Disponibilidad: Es una proporción de tiempo de un equipo está disponible para su uso. Se calcula como el porcentaje de tiempo que un activo está disponible para su uso dividido por el tiempo total que se espera que el activo esté disponible [11].

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Total Planificado}} \times 100$$

Confiabilidad: Es la probabilidad de que una pieza del equipo realice su función prevista durante un período de tiempo específico en condiciones establecidas. Se calcula dividiendo el MTBF por el tiempo total de funcionamiento [11].

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{Horas de funcionamiento}}{\text{Número de fallas}}$$

## Fases de Implementación del TPM

La implementación del TPM es un proceso que tiene un tiempo promedio de 4 años, ejecutándose en 4 fases:

### A. Fase de Preparación:

- La alta gerencia acepta la aplicación del TPM.
- Se brindan instrucciones sobre el TPM.
- Instaurar políticas



## **B. Fase de Introducción:**

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

## **C. Fase de Implementación**

Filosofía 5s

- Clasificación (Seiri): este paso implica identificar y eliminar elementos innecesarios del lugar de trabajo. Se pueden utilizar etiquetas rojas para marcar los objetos que se van a eliminar.
- Ordenar (Seiton): una vez que se han eliminado los elementos inútiles, se organizan los útiles restantes para acceder a ellos de manera eficiente. Esto implica diseñar el espacio de trabajo de manera que esté ordenado.
- Brillo (Seiso): Se realiza una limpieza exhaustiva del área de trabajo para identificar y eliminar cualquier defecto. Todos son responsables de mantener el espacio de trabajo limpio y ordenado.
- Estandarizar (Seiketsu): este paso se centra en crear estándares documentados sobre cómo se realizan las tareas y cómo se organizan los elementos en el espacio de trabajo.
- Mantener (Shitsuke): La etapa final tiene que ver con la creación de una cultura de disciplina y el mantenimiento del orden y la limpieza establecidos. Esto implica la práctica y la habituación continuas de los principios de las 5S por parte de todos los trabajadores.

## **Mantenimiento Autónomo**

Capacitar a los operadores de producción para que se apropien de las tareas básicas de mantenimiento de equipos. Esto incluye limpieza de rutina, lubricación, inspección y ajustes menores. Los operadores se familiarizan con su equipo y pueden identificar problemas potenciales desde el principio.

## Mantenimiento Planificado

Actividades de mantenimiento proactivas y programadas realizadas por técnicos de mantenimiento capacitados. Estas tareas se basan en manuales de equipos, datos históricos y análisis de fallas. Algunos ejemplos incluyen cambios de aceite, reemplazos de filtros e inspecciones detalladas.

## Productividad

La productividad es, en esencia, el vínculo entre la producción de una empresa (productos elaborados) y los recursos que utiliza (insumos). Hace hincapié en utilizar de forma óptima estos recursos, que pueden ser personas (recursos humanos), materiales o información (recursos documentales). Un alto nivel de productividad significa obtener más producción con una cantidad razonable de insumos, manteniendo al mismo tiempo la calidad del producto. Tradicionalmente, la productividad se mide a través de la eficiencia y la eficacia del trabajo [12].

## Medición

Se mide efectuando la multiplicación de eficiencia y eficacia, de la manera siguiente:

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} * \text{Eficacia}$$

$$P = \frac{\text{Tiempo efectivo de la maquinaria}}{\text{Tiempo total de operación}} * \frac{\text{Tiempo de operación real (h)}}{\text{Tiempo de efectividad de las máquinas (h)}}$$

Dónde:

- Eficiencia: Tiempo efectivo de la maquinaria y tiempo total de operación
- Eficacia: Tiempo de operación real (horas) y tiempo de efectividad de las máquinas (horas).

## II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

### **Tipo de Investigación**

#### **Cuantitativa**

porque se usa información cuantificable para realizar un análisis estadístico y explicar los fenómenos de estudio mediante una realidad objetiva centrada en datos números y hechos reales. Con un análisis deductivo puesto que se analiza de lo general a lo particular empezando por el estudio de teorías hasta la compilación de datos para establecer las muestras y presentación de los resultados.

#### **Descriptiva**

porque se realiza una detallada descripción de la situación actual de cómo los operarios encargados tratan de implantar un adecuado mantenimiento a las máquinas y/o equipos utilizados durante los procesos en la empresa.

#### **Diseño de Investigación**

Cuasi experimental, porque se manipula solo una variable (independiente) y se mide su efecto en la variable dependiente.

Tabla 1 . Tabla de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES/ FÓRMULA	ÍTEMS	INSTRUMENTO	TIPO DE VARIABLE	ESCALA
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Gestión del Mantenimiento Productivo Total	Este enfoque utiliza diversas técnicas para prolongar la vida útil y optimizar el rendimiento de la maquinaria, los equipos y los instrumentos industriales. Su objetivo es mantener todos los activos operativos en servicio durante el mayor tiempo	Este enfoque del mantenimiento implica el control activo de diversos aspectos del estado del equipo. Esto permite realizar el mantenimiento de manera productiva, evitando paradas no programadas y garantizando un funcionamiento sin problemas.	Confiabilidad	$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{Horas de funcionamiento}}{\text{Número de fallas}}$	1 y 2	Cuestionario	Numérica	Razón
			Disponibilidad	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Total Planificado}} \times 100$	3			
			MTBF	$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}}$	4,5			

	posible, manteniendo la eficiencia y, en última instancia, contribuyendo al logro de todos los objetivos predeterminados.		MTTR	$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$	6			
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Productividad	La productividad refleja la eficiencia de una empresa a la hora de convertir recursos como materiales, mano de obra y tiempo en productos o servicios terminados.	La productividad mide esencialmente la eficiencia de un proceso. Analiza la relación entre los resultados generados y los recursos utilizados. El objetivo es maximizar la producción y minimizar el consumo de recursos.	Eficiencia	$= \frac{\text{Horas de máquina Real}}{\text{Horas de máquina Programada}}$	7,8	Cuestionario	Numérica	Razón
			Eficacia	$= \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades Programados}}$	9,10			
			Productividad	$= \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$	99,10			



## **Población**

Son 30 trabajadores correspondiente a la Mano de Obra directa.

## **Muestra**

Es una muestra poblacional, ya que, se trabajará con los 30 trabajadores que laboran en dicha empresa.

## **Técnicas e instrumentos**

### **Observación**

La observación, es una técnica que se basa en la inspección del objeto a estudiar para poder tomar y registrar información para su posterior análisis. Es por ello, que en esta investigación nos basamos en la técnica de observación para conocer el estado actual del molino.

### **Encuesta**

Así mismo, utilizamos la técnica de la encuesta que sirve para compilar y recepcionar datos de una determinada población dentro de un tema específico, siendo estas de vital importancia en un estudio puesto que brinda información de fuentes primarias. Así mismo, estas varían de acuerdo con las variables referidas en la investigación para el alcance de los objetivos.

### **Instrumentos**

#### **Guía de observación**

Es un instrumento diseñado para dirigir y estandarizar el proceso de observación en un estudio. Esta guía proporciona instrucciones detalladas sobre qué aspectos o variables se deben observar, cómo registrar los datos y cómo interpretar los observados.

#### **Cuestionario**

Es un instrumento de investigación que consta de una serie de preguntas estructuradas diseñadas para recopilar información sistemática y estandarizada. Es utilizado para obtener datos de los participantes en un estudio y facilita el análisis y la comparación de las respuestas obtenidas. La aplicación del cuestionario tendrá como objetivo a los trabajadores que conforman la muestra calculada, su propósito será describir la realidad de la ocurrencia frecuente de interrupciones en la línea de producción debido a fallos en los equipos.

### **Validez**

Es un concepto fundamental que se utiliza para determinar si los resultados obtenidos son confiables y representativos de la realidad o fenómeno que se está estudiando.

### **Fiabilidad**

#### **Escala: ALL VARIABLES**

**Tabla 2. Resumen de Procesamiento de Casos**

		N	%
Casos	Válido	48	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	48	100,0

Fuente propia del autor

**Nota:** De la Tabla 3, el a. representa la eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

**Tabla 3. Estadísticas de Fiabilidad**

Alfa de Cronbach <sup>a</sup>	N de elementos
,910	8

Fuente propia del autor

**Nota:** Según la Tabla 4 de análisis de confiabilidad se puede ver que el alfa de Cronbach es de 0.910 mayor a 0.7 mínimo aceptable, entonces el instrumento pasa la prueba de confiabilidad.



### III. RESULTADOS

#### Diagnóstico

Para diagnosticar la situación actual de la empresa respecto a la aplicación del mantenimiento productivo total, se realizó una encuesta, al cual analizada y tabulada teniendo en cuenta las respuestas de los encuestados, las cuales aparecen en la tabla inferior. La respuesta "SI" es 1, y "NO" es 2.

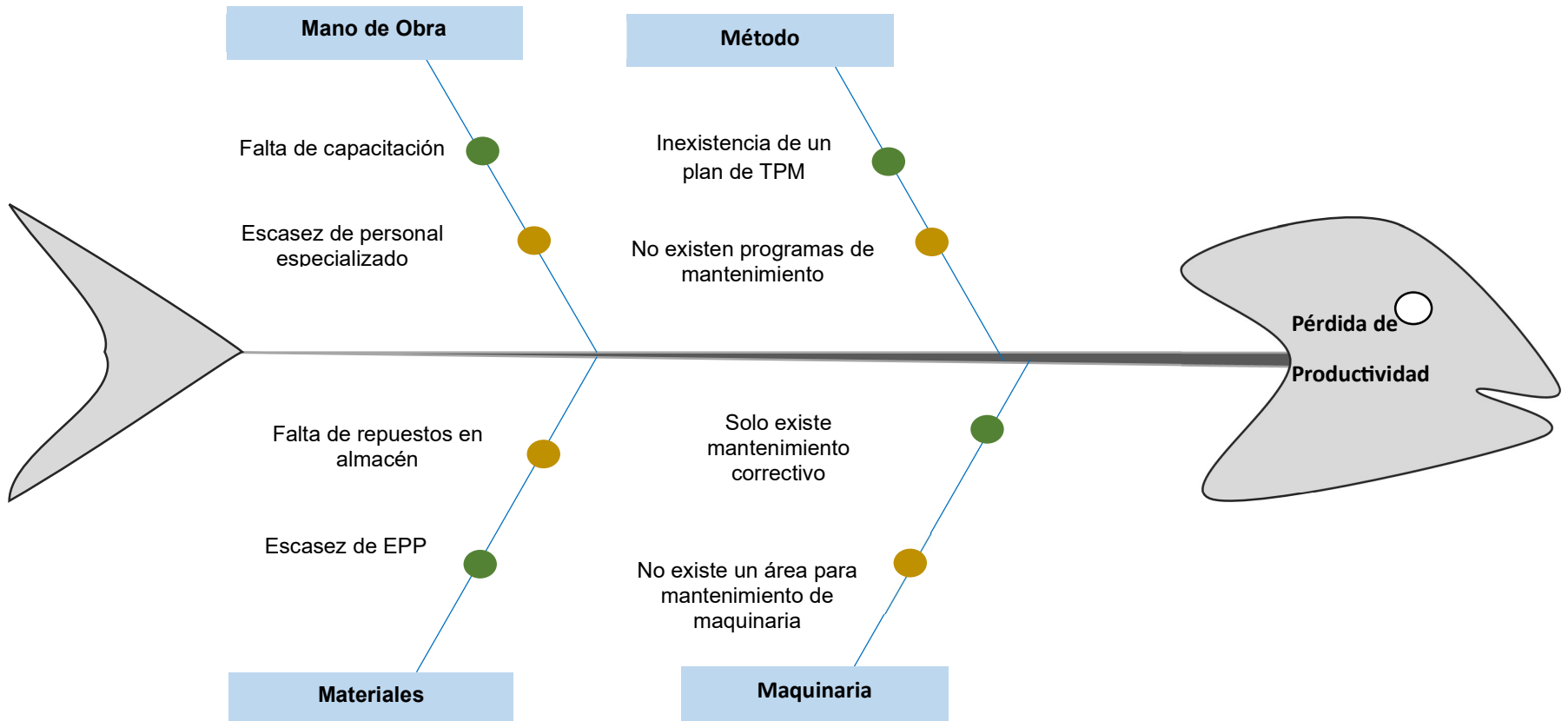
**Tabla 4 . Respuestas a preguntas de cuestionario**

	Preguntas									
	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 3	Preg. 4	Preg. 5	Preg. 6	Preg. 7	Preg. 8	Preg. 9	Preg. 10
PA1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1
PA2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1
PA3	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1
PA4	1	2	1	1	1	2	1	1	2	2
PA5	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1
PA6	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2
PA7	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1
PA8	2	2	2	1	2	1	2	1	2	2
PA9	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1
PA10	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1

Fuente propia del autor

A continuación, se procedió a graficar las respuestas usando el diagrama de Ishikawa, el cual aparece en la siguiente figura.

Figura 1. Diagrama de Ishikawa



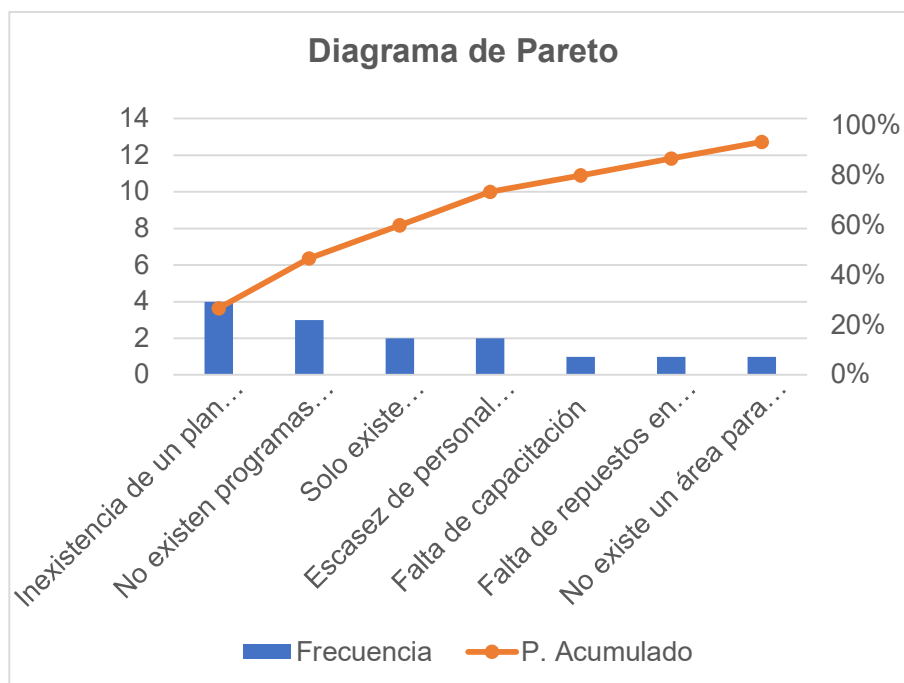
Fuente propia del autor

Tabla 5 . Principales problemáticas de la empresa

Problemas	Frecuencia	Porcentaje	P. Acumulado
Inexistencia de un plan de TPM	4	27%	27%
No existen programas de mantenimiento	3	20%	47%
Solo existe mantenimiento correctivo	2	13%	60%
Escasez de personal especializado	2	13%	73%
Falta de capacitación	1	7%	80%
Falta de repuestos en almacén	1	7%	87%
No existe un área para mantenimiento de maquinaria	1	7%	93%
EPP	1	7%	100%
Total	15	100%	

Fuente propia del autor

Figura 2 . Diagrama de Pareto



Fuente propia del autor

La figura muestra que los principales problemas que aquejan a la empresa son la inexistencia de un plan de TPM y la falta de programas de mantenimiento con un 27% y 20% del total respectivamente.

## Indicadores antes de la propuesta

Se han medido los indicadores de los meses de noviembre y diciembre del 2023

### Disponibilidad

La disponibilidad se obtendrá aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas programadas} - \text{Horas de parada}}{\text{Horas de programadas}} \times 100\%$$

$$\text{Disponibilidad (semana 1)} = \frac{168 \text{ h} - 40 \text{ h}}{168 \text{ h}} \times 100\%$$

76%

**Tabla 6. Disponibilidad antes de implementar la propuesta**

Mes	Semanas	Horas programadas	Horas de parada	Disponibilidad
Noviembre	Sem 1	168	40	76%
	Sem 2	168	49	71%
	Sem 3	168	50	70%
	Sem 4	168	40	76%
	Sem 5	168	45	73%
Diciembre	Sem 6	168	37	78%
	Sem 7	168	30	82%
	Sem 8	168	55	67%
<b>Promedio</b>				<b>74%</b>

Fuente propia del autor

La disponibilidad antes de implementar la propuesta es de 74%.

### Confiabilidad

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{Horas programadas}}{\text{Número de fallas}}$$

$$\text{Confiabilidad (semana 1)} = \frac{150 \text{ h}}{20 \text{ h}}$$

8 h

Tabla 7. Confiabilidad antes de implementar la propuesta

Mes	Semanas	Horas de funcionamiento	Nº de fallas	Confiabilidad
Noviembre	Sem 1	150	20	8
	Sem 2	140	6	23
	Sem 3	136	15	9
	Sem 4	145	11	13
	Sem 5	140	13	11
Diciembre	Sem 6	132	19	7
	Sem 7	125	10	13
	Sem 8	140	17	8
<b>Promedio</b>				<b>11.4</b>

Fuente propia del autor

La confiabilidad antes de implementar la propuesta es de 11.4 h para el periodo de estudio.

Tiempo Medio entre Fallas

$$MTBF = \frac{(Tiempo programado - Tiempo para reparar)}{Número de fallas}$$

$$MTBF (semana 1) = \frac{(1344 h - 50 h)}{11}$$

117.6 h

Tabla 8. Tiempo entre fallas antes de implementar la propuesta

Máquina	Tiempo programado (h)	Tiempo para reparar (h)	Número de fallas (veces)	MTBF (h)
Descascarilladora	1344	50	11	117.6
Separadora	1344	66	19	67.3
Pulidora	1344	95	25	50.0
Blanqueador	1344	50	20	64.7
Colector de polvo	1344	43	20	65.1
Transportadores	1344	42	16	81.4
<b>Promedio</b>				<b>74.3</b>

Fuente propia del autor

El tiempo medio entre fallas antes de implementar la propuesta es de 74.3 h para el periodo de estudio.

### Tiempo de Reparación

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo para reparar}}{\text{Número de fallas}}$$

$$MTTR (\text{semana 1}) = \frac{50 \text{ h}}{11}$$

4.5

**Tabla 9. Tiempo de reparación antes de implementar la propuesta**

Máquina	Tiempo para reparar (h)	Número de fallas (veces)	MTTR (h)
Descascarilladora	50	11	4.5
Separadora	66	19	3.5
Pulidora	95	25	3.8
Blanqueador	50	20	2.5
Colector de polvo	43	20	2.2
Transportadores	42	16	2.6
<b>Promedio</b>			<b>3.2</b>

Fuente propia del autor

El tiempo de reparación antes de implementar la propuesta es de 3.2 h para el periodo de estudio.

### Eficiencia

**Tabla 10. Eficiencia antes de implementar la propuesta**

Mes	Semanas	Hora Máquina real	Horas Máquina programada	Eficiencia
<b>Noviembre</b>	Sem 1	150	168	89%
	Sem 2	140	168	83%
	Sem 3	136	168	81%
	Sem 4	145	168	86%
	Sem 5	140	168	83%
<b>Diciembre</b>	Sem 6	132	168	79%
	Sem 7	125	168	74%
	Sem 8	140	168	83%
<b>Promedio</b>				<b>82%</b>

Fuente propia del autor

La eficiencia antes de implementar la propuesta es de 82%.

**Tabla 11 . Eficacia antes de implementar la propuesta**

<b>M-es</b>	<b>Semanas</b>	<b>Sacos de arroz producidos</b>	<b>Sacos de arroz programados</b>	<b>Eficacia</b>
<b>Noviembre</b>	Sem 1	2536	3400	75%
	Sem 2	2600	3200	81%
	Sem 3	2740	3600	76%
	Sem 4	2900	3100	94%
	Sem 5	2700	3450	78%
<b>Diciembre</b>	Sem 6	2560	3400	75%
	Sem 7	2400	3620	66%
	Sem 8	2980	3500	85%
<b>Promedio</b>				<b>79%</b>

Fuente propia del autor

La eficacia antes de implementar la propuesta es de 79%.

**Tabla 12 . Productividad antes de implementar la propuesta**

<b>Mes</b>	<b>Semanas</b>	<b>Eficiencia</b>	<b>Eficacia</b>	<b>Productividad</b>
<b>Noviembre</b>	Sem 1	89%	75%	67%
	Sem 2	83%	81%	68%
	Sem 3	81%	76%	62%
	Sem 4	86%	94%	81%
	Sem 5	83%	78%	65%
<b>Diciembre</b>	Sem 6	79%	75%	59%
	Sem 7	74%	66%	49%
	Sem 8	83%	85%	71%
<b>Promedio</b>				<b>65%</b>

Fuente propia del autor

La productividad antes de implementar la propuesta es de 65%.

### **Implementación de la propuesta**

#### **FASE DE PREPARACIÓN**

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

**Tabla 13 . Análisis de la decisión de aplicar TPM en alta gerencia**

Participantes	Problema	Causas	Propuesta de mejora
Gerente general		Falta de programas de mantenimiento	TPM
Gerente de producción	Pérdida de productividad	Constantes averías en las maquinarias y equipos	
Gerente de Logística			

Fuente propia del autor

Como se observa en la tabla superior, en primer lugar se realizará la propuesta a la alta gerencia indicando la problemática de la empresa y la solución a este. Al analizar la problemática la alta dirección decidió aplicar el TPM.

## **Etaa 2: Información sobre el TPM**

**Tabla 14 . Información sobre TPM**

Participantes	Herramienta	Temas	Frecuencia
Todos los trabajadores de la empresa (alta gerencia, jefatura y operarios)	Charla de información	Introducción al TPM	30 minutos (lunes de cada semana)
		Objetivos del TPM	30 minutos (lunes de cada semana)
		Beneficios del TPM	30 minutos (lunes de cada semana)
		Pilares del TPM	30 minutos (lunes de cada semana)

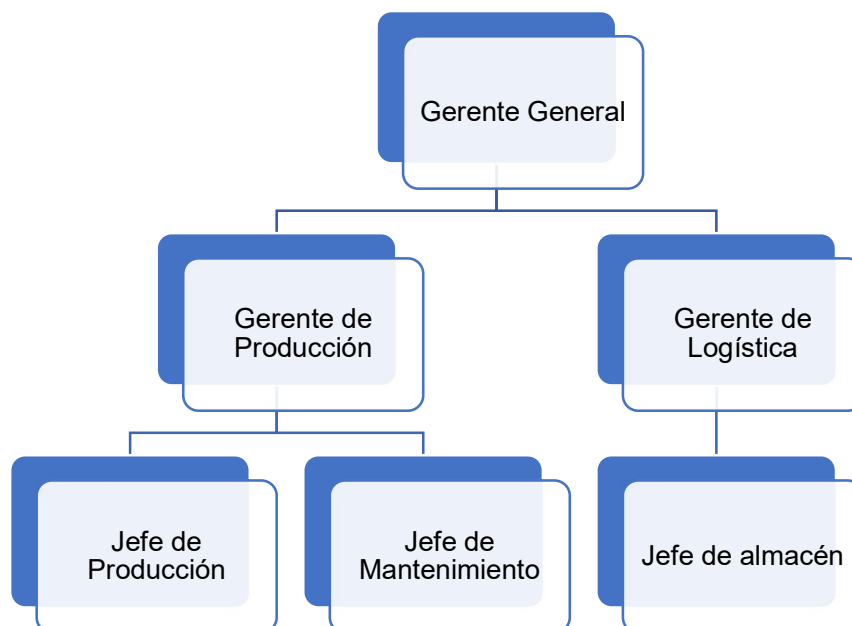
Fuente propia del autor

La tabla superior muestra las charlas sobre el TPM que se realizarán para que los trabajadores sepan de qué trata esta herramienta y los beneficios para la empresa.



### Etapa 3: Creación de comité TPM

Figura 3. Organigrama de comité TPM



Fuente propia del autor

Como se observa en la figura superior, se creará un comité que tendrá la misión de llevar a cabo cada paso de esta metodología y velar por su correcta ejecución.

### Etapa 4: Política de TPM

Tabla 15 . Política TPM

Política	Objetivos y metas
Incrementar la disponibilidad de la maquinaria de la piladora de arroz, y reducir las paradas de producción y las fallas que se presentan actualmente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cero averías</li> <li>- 5% de tiempo de paradas de producción de acuerdo a la cantidad de horas planificadas por semana.</li> </ul>

Fuente propia del autor

En la tabla superior se observa las políticas y metas que regirán este programa y las finalidades de aplicar esta herramienta.

## FASE DE IMPLEMENTACIÓN

### Etapa 1: Limpieza y organización inicial

#### Implementación de 5S

- a. **Seiri:** En esta etapa, se eliminarán los elementos innecesarios mediante el método de eliminación por tarjeta roja, tal como se observa en la figura la cual será llenada de acuerdo con el elemento eliminado.

**Figura 4. Tarjeta Roja**

Formulario de Tarjeta Roja 5S. El formulario es rojo y tiene un clip superior. Contiene los siguientes campos:

- No. \_\_\_\_\_
- TARJETA ROJA 5'S**
- Información Gen-
  - Propuesta por \_\_\_\_\_ Responsable de área \_\_\_\_\_
  - Area / Depto. \_\_\_\_\_
  - Descripción de artículo \_\_\_\_\_
- CATEGORIA**
  - Máquina/Equipo
  - Herramienta
  - Instrumento
  - Partes eléctricas
  - Partes mecánicas
  - Material gastable
  - Materia prima
  - Trabajo en proceso
  - Producto terminado
  - Otros
- OTROS/COMENTARIO \_\_\_\_\_
- RAZON DE TARJETA**
  - Innecesario
  - Defectuoso
  - Fuera de especificaciones
  - Otros
- Otros \_\_\_\_\_
- ACCION REQUERIDA**
  - Eliminar
  - Agrupar en espacio separado
  - Retornar
- Otros: \_\_\_\_\_
- Fecha inicio \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Final de la acción \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Fuente: [3]

#### b. Seiton

**Tabla 16. Seiton: Organización**

N°	Herramientas	Frecuencia
1	Sacos de Polietileno	Diario
2	Exceso de suministros de limpieza	Diario
3	Herramientas rotas	Diario
4	Herramientas de lubricación	Semanal
6	Repuestos	Semanal

Fuente propia del autor

- c. **Seiso:** Se realizará la limpieza de todas las maquinarias y equipos que se encuentren en el área. Se eliminará el polvo, suciedad, entre otros.

**Tabla 17. Área de producción de aplicar el Seiso**



Fuente propia del autor, dada por molino.

#### d. Seiketsu

**Tabla 18 . Plan de estandarización**

Plan de estandarización				
Área:	Producción			
Actividad estandarizada	Descripción (español)	Responsabilidad	Herramienta Recursos	
<b>Seiri</b>	Inventario de artículos innecesarios	Realizar un inventario trimestral de todos los artículos del área de producción. Identifique y elimine los elementos innecesarios (herramientas rotas, materiales vencidos, etc.).	Supervisor de producción  Operadores	Lista de verificación de inventario  Contenedores de basura, contenedores de reciclaje
	Áreas de almacenamiento designadas	Desarrollar y mantener un mapa visual del área de producción con ubicaciones de almacenamiento claramente marcadas.	Equipo de mantenimiento	Software de planos de planta, materiales de señalización
<b>Seiton</b>				

<b>Seiso</b>	Programación y procedimientos de limpieza	Cree un programa de limpieza detallado para toda el área de producción (diario, semanal, mensual).	Supervisor de producción	Programación y procedimientos de limpieza
		Capacitar a todos los operadores sobre los procedimientos y el cronograma de limpieza.	Supervisor de producción	

---

Fuente propia del autor

Como se observa en la tabla superior, se han estandarizado las actividades que permitirán el cumplimiento de las primeras 3S.

#### **e. Shitsuke**

El personal se comprometió a cumplir las actividades anteriores durante sus jornadas laborales, teniendo como objetivo que se convierta en un hábito.

#### **Etapa 2: Mantenimiento autónomo**

Para realizar este pilar del TPM, en primer lugar se capacitará a los trabajadores, indicando cuáles son las actividades que se llevarán a cabo en cada máquina y equipos, además de la frecuencia de estos durante la semana laboral.

Tabla 19 . Mantenimiento autónomo

Equipo	Tarea	Descripción	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Herramientas Recursos
<b>Descascarilladoras</b>	Inspección Visual	Lubricación general	x						Pistola engrasadora, cuadro de lubricación
		Inspección visual	x	x	x	x	x	x	Linterna
		Limpieza semanal	x						Aspiradora, cepillos, trapos
<b>Separadores de arroz</b>	Inspección Visual	Inspección visual	x	x	x	x	x	x	Linterna
		Ajuste de tensión de correas		x		x		x	Regla industrial, manual del fabricante
		Limpieza semanal	x						Aspiradora, cepillos, trapos
<b>Pulidoras</b>	Inspección Visual	Calibración de sistema de control		x			x		Calibrador
		Limpieza diaria	x	x	x	x	x	x	Escoba, recogedor, trapos
		Inspección visual	x	x	x	x	x	x	Linterna
		Ajuste de discos de pulido		x			x		Manual del fabricante
<b>Blanqueador</b>	Inspección Visual	Ajustes de dispositivo de medición	x	x	x	x	x	x	Linterna
		Limpieza profunda		x			x		Aspiradora, cepillos, trapos
<b>Colectores de polvo</b>	Inspección y Vaciado	Limpieza de colectores de polvo		x		x		x	Aspiradora, cepillos, trapos
<b>Transportadores</b>	Inspección Visual	Limpieza diaria	x	x	x	x	x	x	Escoba, recogedor, trapos
		Inspección visual	x	x	x	x	x	x	Linterna

Fuente propia del autor

Tabla 20 . Mantenimiento Planificado

Responsable:	Jefe de planta	Mantenimiento planificado								Área:				
Máquina	Actividades de mantenimiento	Enero				Febrero				Marzo				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Descascarilladoras	Verificar si hay pernos flojos y vibraciones. Buscar signos de desgaste en rodillos y placas de descascarado.	x			x			x					x	
	Retirar la acumulación de cascarilla de arroz de los rodillos y las placas de descascarado.	x		x		x		x		x			x	
	Aplicar lubricante en los puntos designados según las recomendaciones del fabricante.	x			x			x				x		
Separadores de arroz	Verificar el desgaste de la correa y la tensión adecuada. Buscar signos de daño a los tamices.	x		x		x		x		x			x	
	Eliminar la acumulación de cáscara de arroz de los tamices. Limpiar los filtros de polvo.	x			x			x				x		
Pulidoras	Verificar el desgaste y ajuste adecuado de las piedras de pulir.	x				x		x					x	
	Retirar la acumulación de salvado de arroz de las piedras y discos de pulido. Limpiar los filtros de polvo.		x			x				x			x	
Blanqueador	Verificar que el dispositivo de medición funcione correctamente.	x		x		x		x		x			x	
	Eliminar la acumulación de salvado de arroz de los cepillos de pulido.	x				x		x					x	
Colectores de polvo	Verificar si hay fugas de polvo y el correcto funcionamiento del filtro.	x				x		x					x	

<b>Transportadores</b>	Verificar el desgaste de la correa y la tensión adecuada. Buscar signos de daño a los rodillos transportadores.	x			x		x				x	
------------------------	--	---	--	--	---	--	---	--	--	--	---	--

Fuente propia del autor

En la tabla superior, se observa el mantenimiento planificado, este mantenimiento tiene la finalidad de reducir las fallas en la empresa, para garantizar la disponibilidad de los elementos.

Además, se presenta el formato de inspección diario que se realizará a todas las máquinas y equipos con el objetivo de monitorear su correcto funcionamiento y evitar paradas de producción.

**Tabla 21. Formato de inspección**

<b>FORMATO DE INSPECCIÓN DIARIA DE MÁQUINAS</b>			
<b>Responsable:</b>			
<b>Área:</b>			
<b>Fecha:</b>			
<b>Máquina:</b>			
<b>Estado de elementos</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Mal estado</b>	<b>Regular</b>	<b>Buen estado</b>
Fajas			
Cribas			
Frenos			
Rodillos			
Ejes			
<b>Estado de máquina o equipo</b>			
<b>PREGUNTA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
¿Se encuentra limpia?			
¿Requiere mantenimiento?			
¿Presenta problemas?			
<b>Observaciones</b>			

Fuente propia del autor



Por último, se presenta el cronograma de capacitaciones que se llevarán a cabo durante el periodo de implementación de esta herramienta de gestión y el cronograma específico para cada uno.

Tabla 22 . Cronograma de capacitaciones

Tema de capacitación	Capacitador	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12
Introducción a TPM	Especialista en mantenimiento											
Mantenimiento por averías	Especialista en mantenimiento											
Mantenimiento Autónomo	Especialista en mantenimiento											
Mantenimiento Planificado	Especialista en mantenimiento											
Módulos adicionales	Especialista en mantenimiento											

Fuente propia del autor

En la tabla inferior se presentan las actividades de mantenimiento que se llevarán a cabo, desde el compromiso de la alta gerencia hasta las capacitaciones.

**Tabla 23 . Actividades del TPM**

<b>Tema de capacitación</b>	<b>Sem 1</b>	<b>Sem 2</b>	<b>Sem 3</b>	<b>Sem 4</b>	<b>Sem 5</b>	<b>Sem 6</b>	<b>Sem 7</b>	<b>Sem 8</b>	<b>Sem 9</b>	<b>Sem 10</b>	<b>Sem 11</b>	<b>Sem 12</b>
Compromiso de alta gerencia												
Información sobre el TPM												
Creación de comité TPM												
Política de TPM												
Limpieza y organización inicial												
Mantenimiento autónomo												
Mantenimiento planificado												
Capacitaciones												

Fuente propia del autor

## Indicadores después de implementar de la propuesta

### Disponibilidad

Tabla 24. Disponibilidad después de implementar la propuesta

Mes	Semanas	Horas programadas	Horas de parada	Disponibilidad
<b>Mayo</b>	Sem 1	168	20	88%
	Sem 2	168	21	88%
	Sem 3	168	25	85%
	Sem 4	168	20	88%
	Sem 5	68	22	87%
<b>Junio</b>	Sem 6	168	26	85%
	Sem 7	168	18	89%
	Sem 8	168	26	85%
<b>Promedio</b>				<b>87%</b>

Fuente propia del autor

La disponibilidad después de implementar la propuesta es de 87%.

### Confiabilidad

Tabla 25 Confiabilidad después de implementar la propuesta

Mes	Semanas	Horas de funcionamiento	Nº de fallas	Confiabilidad
<b>Mayo</b>	Sem 1	160	15	11
	Sem 2	155	11	14
	Sem 3	161	8	20
	Sem 4	154	11	14
	Sem 5	162	10	16
<b>Junio</b>	Sem 6	155	11	14
	Sem 7	153	11	14
	Sem 8	150	8	19
<b>Promedio</b>				<b>15.2</b>

Fuente propia del autor

La confiabilidad después de implementar la propuesta es de 15.2 h.

### Tiempo medio entre fallas

**Tabla 26. Tiempo entre fallas después de implementar la propuesta**

Máquina	Tiempo programado (h)	Tiempo para reparar (h)	Número de fallas (veces)	MTBF (h)
Descascarilladora	1344	20	8	165.5
Separadora	1344	45	11	118.1
Pulidora	1344	50	25	51.8
Blanqueador	1344	26	15	87.9
Colector de polvo	1344	19	10	132.5
Transportadores	1344	18	16	82.9
<b>Promedio</b>				<b>106.4</b>

Fuente propia del autor

El tiempo medio entre fallas después de implementar la propuesta es de 106.4 h.

### Tiempo de Reparación

**Tabla 27 . Tiempo de reparación después de implementar la propuesta**

Máquina	Tiempo para reparar (h)	Número de fallas (veces)	MTTR (h)
Descascarilladora	20	8	2.5
Separadora	45	11	4.1
Pulidora	50	25	2.0
Blanqueador	26	15	1.7
Colector de polvo	19	10	1.9
Transportadores	18	16	1.1
<b>Promedio</b>			<b>2.2</b>

Fuente propia del autor

El tiempo de reparación después de implementar la propuesta es de 2.2 h.

### Eficiencia

**Tabla 28 . Eficiencia después de implementar la propuesta**

Mes	Semanas	Hora Máquina real	Horas Máquina programada	Eficiencia
<b>Mayo</b>	Sem 1	160	168	95%
	Sem 2	155	168	92%
	Sem 3	161	168	96%
	Sem 4	154	168	92%
	Sem 5	162	168	96%
<b>Junio</b>	Sem 6	155	168	92%
	Sem 7	153	168	91%
	Sem 8	150	168	89%
<b>Promedio</b>				<b>93%</b>

Fuente propia del autor

La eficiencia después de implementar la propuesta es de 93%.

### Eficacia

**Tabla 29 . Eficacia después de implementar la propuesta**

Mes	Semanas	Sacos de arroz producidos	Sacos de arroz programados	Eficacia
<b>Mayo</b>	Sem 1	2600	3400	76%
	Sem 2	2650	3200	83%
	Sem 3	3000	3600	83%
	Sem 4	2980	3100	96%
	Sem 5	2800	3450	81%
<b>Junio</b>	Sem 6	2750	3400	81%
	Sem 7	2600	3620	72%
	Sem 8	3100	3500	89%
<b>Promedio</b>				<b>83%</b>

Fuente propia del autor

La eficacia después de implementar la propuesta es de 83%.

## Productividad

**Tabla 30 . Productividad después de implementar la propuesta**

Mes	Semanas	Eficiencia	Eficacia	Productividad
<b>Mayo</b>	Sem 1	95%	76%	73%
	Sem 2	92%	83%	76%
	Sem 3	96%	83%	80%
	Sem 4	92%	96%	88%
	Sem 5	96%	81%	78%
<b>Junio</b>	Sem 6	92%	81%	75%
	Sem 7	91%	72%	65%
	Sem 8	89%	89%	79%
<b>Promedio</b>				<b>77%</b>

Fuente propia del autor

La productividad después de implementar la propuesta es de 77%.

### Comparación de resultados

**Tabla 31 . Comparación de resultados**

Indicador	Antes de la propuesta	Después de la propuesta	Mejora
Disponibilidad	74%	87%	13%
Confiabilidad	11.4 h	15.2 h	3.8 h
MTBF	74.30 h	106.4 h	32.1 h
MTTR	3.2 h	2.2 h	1 h
Eficiencia	82%	93%	11%
Eficacia	79%	83%	4%
Productividad	65%	77%	12%

Fuente propia del autor

Como se observa en la tabla 27, la disponibilidad aumentó en 13%, la confiabilidad aumentó en 3.8h, el tiempo medio entre fallas se incrementó en 32.1 h, por lo cual habrá menos paradas, además el tiempo de reparación se redujo en 1 hora. Mientras que la eficiencia se incrementó en 11%, la eficacia en 4%, obteniendo una productividad mejorada en 12%.

## Análisis Beneficio – Costo

### Beneficio

Para calcular el beneficio, se tendrá en cuenta la cantidad de bolsas de arroz producidos de los dos periodos de estudio, como se observa en la tabla inferior, después de la propuesta se produce una mayor cantidad de arroz, lo cual trae a la empresa mayores ventas y por ende un mayor rendimiento. El costo total de las ventas después de la aplicación e la propuesta se detalla a continuación.

**Tabla 32 . Beneficio por ventas de bolsas de arroz**

Semanas	Barriles producidos antes	Barriles producidos después	Costo por saco	Costo Total
Sem 1	2536	2600	S/ 120.00	S/ 7,680.00
Sem 2	2600	2650	S/ 120.00	S/ 6,000.00
Sem 3	2740	3000	S/ 120.00	S/ 31,200.00
Sem 4	2900	2980	S/ 120.00	S/ 9,600.00
Sem 5	2700	2800	S/ 120.00	S/ 12,000.00
Sem 6	2560	2750	S/ 120.00	S/ 22,800.00
Sem 7	2400	2600	S/ 120.00	S/ 24,000.00
Sem 8	2980	3100	S/ 120.00	S/ 14,400.00
<b>Total</b>				<b>S/ 127,680.00</b>

Fuente propia del autor

El beneficio total de la aplicación de la propuesta es de S/ 127,680.00.

**Tabla 33 . Costos por procedimientos**

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Escritorio	UND	3	S/ 1,100.00	S/ 3,300.00
Repisa	UND	3	S/ 1,500.00	S/ 4,500.00
Computadora	UND	3	S/ 2,500.00	S/ 7,500.00
Sillas	UND	3	S/ 350.00	S/ 1,050.00
Impresora	UND	3	S/ 850.00	S/ 2,550.00
Útiles de oficina	Paquete	3	S/ 120.00	S/ 360.00
<b>Total</b>				<b>S/ 19,260.00</b>

Fuente propia del autor

Los costos por procedimientos para aplicar el TPM es de S/ 19,260.00



Tabla 34 . Costos pro capacitaciones

Capacitación	Número de capacitadores	Horas	Costo por hora	Costo Total
Introducción a TPM	2	15	S/ 150.00	S/ 4,500.00
Mantenimiento por averías	2	15	S/ 350.00	S/ 10,500.00
Mantenimiento Autónomo	2	15	S/ 300.00	S/ 9,000.00
Mantenimiento Planificado	2	20	S/ 450.00	S/ 18,000.00
Módulos adicionales	1	10	S/ 180.00	S/ 1,800.00
<b>Total</b>				<b>S/ 43,800.00</b>

Fuente propia del autor

El costo por capacitaciones es de S/ 43,800.00

Tabla 35. Costos por materiales

Materiales	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Lapiceros	UND	20	S/ 1.50	S/ 30.00
Hojas Bond	Millar	10	S/ 15.00	S/ 150.00
Separatas	UND	20	S/ 5.00	S/ 100.00
Cuadernillos	UND	20	S/ 5.00	S/ 100.00
Pizarra	UND	2	S/ 60.00	S/ 120.00
Plumones	UND	10	S/ 4.00	S/ 40.00
<b>Total</b>				<b>S/ 540.00</b>

Fuente propia del autor

El costo por capacitaciones es de S/ 540.00

Tabla 36 . Costos por herramientas

Herramientas	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Lubricantes	Litro	10	S/ 120.00	S/ 1,200.00
Grasa Industrial	Litro	10	S/ 70.00	S/ 700.00
Trapo Industrial	UND	20	S/ 8.00	S/ 160.00
Escobilla Industrial	UND	10	S/ 15.00	S/ 150.00
<b>Total</b>				<b>S/ 2,060.00</b>

Fuente propia del autor

El costo por herramientas es de S/ 2,060.00

**Tabla 37 . Costos por artículos de limpieza**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Escoba	UND	8	S/ 25.00	S/ 200.00
Trapeador	UND	8	S/ 12.00	S/ 96.00
Recogedor	UND	8	S/ 18.00	S/ 144.00
Baldes	UND	8	S/ 18.00	S/ 144.00
Alcohol	Litro	6	S/ 25.00	S/ 150.00
Mascarillas	UND	20	S/ 5.00	S/ 100.00
<b>Total</b>				<b>S/ 834.00</b>

Fuente propia del autor

El costo por artículos de limpieza es de S/ 834.00

**Tabla 38 . Resumen de costos**

<b>Resumen de Costos</b>	
Capitaciones	S/ 19,260.00
Materiales para capacitación	S/ 46,800.00
Procedimientos	S/ 540.00
Herramientas	S/ 2,060.00
Cuidado a la salud	S/ 834.00
<b>Total</b>	<b>S/ 69,494.00</b>

Fuente propia del autor

**Tabla 39 . Beneficio - Costo**

Beneficio	S/ 127,680.00
Costo	S/ 69,494.00
<b>B/C</b>	<b>1.837280916</b>

Fuente propia del autor

El beneficio costo de la propuesta es 1.83, es decir que por cada S/1.00 invertido, obtendrá un beneficio de S/. 0.83.

## IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Discusión

La aplicación del mantenimiento productivo total tuvo un resultado positivo en la piladora, alcanzando un aumento en la productividad de 12%, lo cual demuestra la efectividad de este plan.

Con respecto al primer objetivo, Bhushan et al. [5] tuvo como principal problema en su empresa, la inexistencia de estándares de gestión del mantenimiento con un 35% del total. Hallazgo parecido al de esta investigación, en el cual el principal problema fue la inexistencia de un plan de TPM, con un 27% del total.

Con respecto al segundo objetivo específico, Rathi et al. [2], encontraron una baja disponibilidad (63%) de la maquinaria. De igual manera, en este estudio la disponibilidad fue de 74%, debido a que las maquinarias presentaban constantes fallas y paradas de producción en la empresa.

Con respecto al tercer objetivo, Mendes et al [3], implemento el plan de TPm, teniendo como principales pilares la metodología 5S, Mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado, alcanzando un aumento del 12% de su productividad. Los hallazgos de este estudio coinciden con investigaciones anteriores sobre el TPM. Mendoza et al. [6], lograron un aumento del 5 % en la productividad utilizando el TPM, debido a que el constante mantenimiento de las maquinarias evitó fallas y paradas de producción en la empresa. De manera similar, este estudio alcanzó un aumento del 12%. Otro estudio, el de Balcazar et al. [7] que implementó el TPM en una fábrica manufacturera, observó un aumento del 10 % en la productividad. Estos resultados respaldan la idea de que el TPM es una herramienta valiosa para impulsar la productividad de una empresa, junto con otros beneficios como la reducción de costos, la mejora de la disponibilidad de las máquinas y una mejor calidad del producto.

Se encontraron beneficios similares en la industria de calzado, donde Mendoza et al. [6] utilizó TPM para optimizar la productividad. Su principal ganancia fue una mayor disponibilidad del equipo. Este estudio también vio un aumento de la disponibilidad del

equipo pasó del 74% al 87% (un aumento del 13%). Del mismo modo, una planta de fabricación de la India, en la investigación de Drewniak [1], mostró una mejora del aumento del 11% en la productividad debido a la implementación de TPM. Estos resultados hacen eco de los hallazgos de este estudio, donde la mejora condujo a un salto significativo del 11% en la productividad. Estas investigaciones destacan el impacto positivo de TPM en la funcionalidad de la maquinaria y los equipos. El mantenimiento constante garantiza la confiabilidad de la máquina y la continuidad de la producción, minimizando el tiempo de inactividad no planificado y las fallas inesperadas.

Con respecto al cuarto objetivo, respecto a la comparación de indicadores, los resultados de este estudio coinciden con los hallazgos de Bonifaz y De La Cruz [8], los cuales informaron una reducción del 22% en el tiempo de inactividad utilizando TPM, logrando una menor cantidad de averías. Esto también condujo a un aumento del 12% de la productividad y una mayor disponibilidad de la máquina. De manera similar, esta investigación observó una disminución del 4% en el tiempo de inactividad de la producción u un aumento del 13% de la disponibilidad, lo que llevó a una mayor producción y potencialmente mayores ganancias [9].

Por último, los hallazgos de Chanta [10] sobre el análisis beneficio – costo son similares, el autor tuvo un beneficio - costo de S/. 0.85, el cual fue óptimo para la empresa. De igual manera, este estudio tuvo un beneficio – costo de S/ 0.95.

## Conclusiones

La ejecución del plan de TPM logró aumentar la productividad en el molino de arroz en un 12%, lo cual evidencia la efectividad de esta herramienta.

El diagnóstico evidenció que los principales problemas que afectan a la empresa son: inexistencia de un plan de TPM y la inexistencia de programas de mantenimiento, con un porcentaje del total de respuestas de 27% y 20% respectivamente.

Al realizar el diagnóstico de los indicadores de productividad antes de aplicar la propuesta, se obtuvo una eficacia de almacén de 79%, el indicador de eficiencia fue de 82%. Y se obtuvo un total de productividad de 65%. Por otro lado, la disponibilidad fue de 74% y la confiabilidad fue 11.4 h. Además, el tiempo medio entre fallas fue 74.3 h y el tiempo medio de reparación fue de 3.2 h.

La gestión de mantenimiento se elaboró aplicando 2 fases, en la primera fase, llamada Preparación, tuvo el objetivo de comprometer a la alta gerencia, dar información sobre el TPM, crear el comité respectivo y la política de TPM. En la Fase llamada Implementación, realizó la ejecución de las 5S, el mantenimiento autónomo, planificado y por último se realizó la ejecución de las capacitaciones.

Después de aplicar la gestión de mantenimiento se obtuvo que el indicador de eficacia pasó de 79% a 83%, teniendo una mejora del 4%. La eficiencia pasó de 82% a 93%, teniendo un aumento del 11%. Y la productividad pasó de 65% a 77%, aumentando en un 12%. Por otro lado, la disponibilidad pasó de 74% a 87%, presentando una mejora del 13%, la confiabilidad pasó de 11.4 h a 15.2 h, teniendo una mejora de 3.8 h. El tiempo medio entre fallas pasó de 74.3 h a 106.4 h, teniendo una mejora de 32.1 h y el tiempo medio de reparación pasó de 3.2 h a 2.2.h, presentando una mejora de 1 h.

El análisis beneficio – costo obtuvo resultados positivos, el beneficio de la propuesta es de 1.95, esto significa que por cada S/.1 que se invierta se obtiene una ganancia de S/. 0.95.

## V. REFERENCIAS

- 1] R. Drewniak y Z. Drewniak, «Improving business performance through TPM method: The evidence from the production and processing of crude oil,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85138459969&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreetoread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+producti>.
- 2] S. Rathi, M. Sahu y S. Kumar, «Implementation of Total Productive Maintenance to Improve Productivity of Rolling Mill,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85185838013&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreetoread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+producti>.
- 3] D. Mendes, P. Gaspar y F. Charrua, «Integrating TPM and Industry 4.0 to Increase the Availability of Industrial Assets: A Case Study on a Conveyor Belt,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85166268506&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreetoread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+producti>.
- 4] E. Vaz, J. Vieira De Sá, G. Santos, F. Correia y P. Ávila, «The value of TPM for Portuguese companies,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85118281832&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreetoread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+producti>.
- 5] K. Bhushan, S. Chattopadhyaya y S. Sharma, «Analyzing Reliability and Maintainability of Crawler Dozer BD155 Transmission Failure Using Markov Method and Total Productive Maintenance: A Novel Case Study for Improvement Productivity,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85141821307&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreetoread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+producti.

- 6] E. Mendoza, C. Edgardo y A. Raúl, «Application of lean manufacturing tools to improve productivity in a footwear company in Peru,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85187297604&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreetoread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+producti.

- 7] J. Balcazar, B. Chávez y K. Torres, «Total productive maintenance in the manufacturing sector. A systematic literature review,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85187301742&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreetoread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+producti.

- 8] L. Bonifaz y K. De La Cruz, «Design and Implementation of a Material Requirement Plan and a Total Productive Maintenance Plan to reduce costs in an aesthetic and regenerative medicine company, Trujillo-2023,» [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85187299825&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreetoread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+peru%29&.

- 9] E. Mendoza, E. Cruz y R. Anticona, «Application of lean manufacturing tools to improve productivity in a footwear company in Peru,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85187297604&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=7686090936f004e2ed5079ddd8c76c39&sot=b&sdt=b&cluster=scofreetoread%2C%22all%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28total+AND+productive+AND+maintenance+AND+peru%29&.

- 10] G. Chanta, «PLAN DE MEJORA DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA PRODUCTIVIDAD DE LA COMPAÑÍA ENVASES SAN NICOLÁS SAC –CHICLAYO,» 2023. [En línea]. Available:

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11536/Chanta%20Castillo,%20German%20Alexander.pdf?sequence=12>.

- C. Boero, «Mantenimiento industrial,» 2020. [En línea]. Available:  
11] [https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/172523?as\\_all=mantenimiento\\_\\_industrial&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&prev=as](https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/172523?as_all=mantenimiento__industrial&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as).


- R. Cruz, A. Obregón y S. Puello, «Modelo de mejoramiento productivo para las Mipymes: siete claves para el desarrollo empresarial sostenible,» 2020. [En línea]. Available:  
12] [https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/149767?as\\_all=productividad\\_\\_empresarial&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&prev=as](https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/149767?as_all=productividad__empresarial&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as).

- 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:  
13] <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3473>.



## ANEXOS

## Anexo 01: CUESTIONARIO

	Encuestado			
	Actividad operativa			
<p>EL PRESENTE CUESTIONARIO TIENE COMO FINALIDAD APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN MOLINO, LAMBAYEQUE 2024</p>				
<p>Este cuestionario es anónimo, por lo tanto, las personas involucradas no serán repercutidas, agradecemos su colaboración a los trabajadores del molino por la participación dada. Marque con una (X) el cuadro lo cual usted cree a su criterio.</p>				
1= SI		2= NO		3= TAL VEZ
N°	Contenido	1	2	3
1	¿Los operadores realizan limpieza, lubricación e inspecciones básicas de rutina de los equipos que tienen asignados?			
2	¿Su empresa cuenta con un programa de mantenimiento preventivo documentado basado en manuales de equipos y datos históricos?			
3	Cuando se producen averías en los equipos, ¿existe un proceso para analizar la causa raíz para prevenir averías futuras?			
4	¿Se utiliza la metodología 5S (Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar, Mantener) para mantener un ambiente de trabajo limpio, organizado y eficiente?			
5	¿La empresa cuenta con un sistema para monitorear el desempeño de los equipos e identificar problemas potenciales antes de que provoquen averías importantes?			
6	¿Los operadores y el personal de mantenimiento reciben capacitación continua sobre los principios y las mejores prácticas de TPM?			
7	¿La empresa ha observado una mejora en el tiempo de actividad general de los equipos?			
8	¿Los costos de mantenimiento de su empresa han disminuido?			
9	¿El molino tiene algún criterio para la distribución en el almacén?			
10	¿Los operadores y el personal de mantenimiento se sienten empoderados e involucrados en el mantenimiento de los equipos?			

**Anexo 02 : VALIDACIÓN****Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS****Apellidos y nombres del experto:** LARREA COLCHADO LUIS ROBERTO**Grado Académico:** grado magister MBA**Cargo e Institución:** docente universidad UCV**Nombre del instrumento a validar:** cuestionario**Autor del instrumento** Augusto Javier Rimarachin Huaman , Juan Manuel Idrogo Nuñez**Título del Proyecto de Tesis:** Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2024.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
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 <del>se</del>				x
Viabilidad	Es viable su aplicación				x

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 18

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): muy bueno

**Observaciones**

Aplicar



LUIS ROBERTO LARREA COLCHADO  
INGENIERO INDUSTRIAL  
REG. CIP N° 200049

## Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

### FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

**Apellidos y nombres del experto:** ARMAS ZAVALETA JOSE MANUEL

**Grado Académico:** mgtr supply chain management

**Cargo e Institución:** docente universidad USS

**Nombre del instrumento a validar:** cuestionario

**Autor del instrumento** Augusto Javier Rimarachin Huaman , Juan Manuel Idrogo Nuñez

**Título del Proyecto de Tesis:** Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2024.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
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 mide				x
Viabilidad	Es viable su aplicación				x

### Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 18

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): muy bueno

### Observaciones

Aplicar

**FECHA:**

03/07/2024

**Colegiatura:**

221101



**Firma**

## Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

### FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

**Apellidos y nombres del experto:** Manuel Alberto Arrascue Becerra

**Grado Académico:** Maestro en Administración de Negocios.

**Cargo e Institución:** DTP en USAT, UCV, USS.

**Nombre del instrumento a validar:** Cuestionario,

**Autor del instrumento:** Augusto Javier Rimarachin Huaman , Juan Manuel Idrogo Nuñez

**Título del Proyecto de Tesis:** Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad en un molino, Lambayeque 2024

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
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

### Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) ...15

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): BUENO

### Observaciones:

Aplicable

**Fecha:** 03/07/2024

**Firma:**

  
 M.B.A. Manuel A. Arrascue Becerra  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CIP. 41882