

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS

**Implementación de la Metodología TPM para la
Mejora de la Eficiencia Global de los Equipos en una
Empresa del Sector Molinero en Chiclayo 2023**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) INDUSTRIAL**

Autor(a)

Bach. Quiroz Montenegro Max Ricardo

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0486-1454>

Bach. Quispe Mesta Danna Alessandra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1029-4498>

Asesor

Dr. Alviz Meza Anibal

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1282-4130>

Línea de Investigación

**Tecnología e Innovación en 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
2023**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM PARA LA MEJORA DE LA
EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR
MOLINERO EN CHICLAYO 2023**

Aprobación del Jurado

Dr. PUYEN FARIAS NELSON ALEJANDRO

Presidente del Jurado de Tesis

Mg. PURIHUAMAN LEONARDO CELSO NAZARIO

Secretario del Jurado de Tesis

Mg. CUMPA VASQUEZ JORGE TOMAS

Vocal del Jurado de Tesis



Universidad
Señor de Sipán


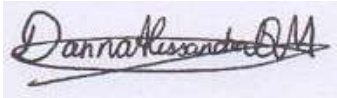
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la DECLARACIÓN JURADA, somos Danna Alessandra Quispe Mesta y Max Ricardo Quiroz Montenegro; del Programa de Estudios de **Ingeniería Industrial** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR MOLINERO EN CHICLAYO 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:

Quiroz Montenegro Max Ricardo	DNI: 73020911	
Quispe Mesta Danna Alessandra	DNI: 76031860	

Pimentel, 15 de marzo del 2024.

DEDICATORIA

Queremos dedicar la culminación de la presente investigación en primer lugar a Dios, por habernos permitido tener la oportunidad de poder culminar nuestra carrera universitaria; proporcionándonos la fortaleza diaria para continuar siempre por el camino del bien. De manera similar a nuestros padres y familia en general, por brindarnos su respaldo incondicional; generando la fortaleza necesaria en cada despertar de nuestra vida.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos manifestar expresamente nuestro agradecimiento especial y sincero al Mag. Apellidos Nombres, docente y guía; por ofrecernos su asesoría constante y desinteresada destinada al desarrollo de la investigación presente. Poniendo énfasis constante en los valores éticos y profesionales del lado de la parte cognitiva. De igual manera, a todas las personas que de alguna manera proporcionaron su apoyo y respaldo en el logro satisfactorio de la investigación en mención.

Índice

Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	x
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Hipótesis.....	23
1.3. Objetivos.....	23
1.4. Teorías relacionadas al tema.....	24
II. MATERIALES Y MÉTODO.....	32
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	32
2.2. Variables, operacionalización.....	33
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	36
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	37
2.5. Procedimientos de análisis de datos.....	38
2.6. Criterios éticos.....	39
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
3.1. Resultados.....	41
3.2. Discusión.....	102
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	106
4.1. Conclusiones.....	106
4.2. Recomendaciones.....	106
REFERENCIAS.....	108
ANEXOS.....	112

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de la variable dependiente.....	34
Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente.....	35
Tabla 3. Tiempo operativo del periodo 2022.....	58
Tabla 4. Productividad mensual durante el año 2022.....	59
Tabla 5. Horas de producción semanal.....	67
Tabla 6. Producción semanal en unidades.....	67
Tabla 7. Producción semanal aceptada.....	68
Tabla 8. Cronograma de tareas a realizar para el mes de febrero.....	73
Tabla 9. Programa de mantenimiento preventivo.....	78
Tabla 10. Ficha de activos.....	80
Tabla 11. Plan de Mantenimiento Preventivo de máquinas de la empresa molinera.....	82
Tabla 12. Programa de inspecciones y tareas.....	84
Tabla 13. Niveles de plan de mantenimiento.....	85
Tabla 14. Tiempo operativo del periodo 2023.....	93
Tabla 15. Productividad mensual mejorada durante el 2023.....	94
Tabla 16. Detalle de consideraciones propuestas para la etapa de preparación...	96
Tabla 17. Detalle de materiales para el despliegue de la implementación.....	96
Tabla 18. Detalle de componentes para el mantenimiento preventivo.....	96
Tabla 19. Detalle de herramientas y equipos para el mantenimiento preventivo...	97

Tabla 20. Detalle de la inversión para el Layout propuesto.....	97
Tabla 21. Detalle de inversión para el ERP propuesto.....	98
Tabla 22. Detalle del costo total de la implementación.....	98
Tabla 23. Detalle de beneficio conseguido por reducción de paradas por averías.	99
Tabla 24. Detalle del incremento de la producción.....	101

Índice de figuras

Figura 1. Clasificación del indicador OEE.....	31
Figura 2. Organigrama general de la empresa molinera.....	43
Figura 3. Diagrama de operaciones del proceso de producción de arroz.....	46
Figura 4. Diagrama de análisis de procesos de la producción de arroz.....	47
Figura 5. ¿Existe alguna metodología específica de apoyo a la gestión de mantenimiento dentro de la empresa?.....	49
Figura 6. ¿Dispone de alguna programación para el desarrollo de sus labores de mantenimiento en forma cotidiana?.....	50
Figura 7. ¿La disponibilidad de equipos de la empresa es la esperada?.....	51
Figura 8. ¿El rendimiento de los equipos, considera que es el adecuado?.....	51
Figura 9. ¿Considera que la calidad del servicio prestado por el área de mantenimiento es la adecuada?.....	52
Figura 10. ¿Al momento de realizar sus labores de mantenimiento, dispone de los recursos necesarios para tal propósito?.....	53
Figura 11. Diagrama Ishikawa.....	54
Figura 12. Detalle de la cantidad de paradas por averías asociado a la maquinaria.....	55
Figura 13. Detalle del tiempo asociado a las paradas por averías de la maquinaria.....	55
Figura 14. Análisis del tiempo de paradas por averías con el método ABC.....	56
Figura 15. Diagrama de Pareto de las paradas por averías.....	56
Figura 16. Organigrama del comité del TPM.....	63

Figura 17. Procedimiento de clasificación.....	70
Figura 18. Cintas adhesivas para las herramientas.....	71
Figura 19. Caja para trasladar herramientas.....	71
Figura 20. Formato de registro de información del mantenimiento autónomo.....	76
Figura 21. Ficha de lubricación.....	83
Figura 22. Diagrama de recorrido actual del proceso de embolsado de arroz.....	87
Figura 23. Nuevo diagrama de recorrido del proceso de embolsado de arroz.....	90
Figura 24. Interfaz de ERP Odoo.....	92

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR MOLINERO EN CHICLAYO 2023

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo implementar la Metodología TPM para la mejora de la eficiencia de los equipos de la empresa en estudio. Se diagnosticó mediante la herramienta el diagrama de Ishikawa que no existe la presencia de mantenimiento preventivo. Dicho de otra manera, la empresa solo realiza mantenimiento y reparación de fallas después de ocurridos los hechos lo cual genera pérdidas en la producción y tiempos de reparación como también baja vida útil de los equipos. Por este motivo se decidió implementar como solución la metodología TPM donde se usa el mantenimiento autónomo y preventivo, de esta forma se logró aumentar de manera directa los índices de calidad, disponibilidad y efectividad para mejorar el OEE que significa una mejora competitividad en el mercado. Para una mejora respuesta se aplicó también Layout para la empresa la cual tiene una mala distribución reduciendo tiempo en la producción y facilitando la distribución de los productos. Así mismo, con el ERP Open - Source Odoo se mejoró la gestión y control en el área de Mantenimiento facilitando los procesos. La investigación corresponde al tipo aplicada, enfoque cuantitativo y tipo explicativa. Respecto al diseño, se precisa como pre experimental. Los resultados muestran un aumento en el OEE pasando de tener un 63,28% a un 78% convirtiéndose en una empresa competitiva con pocos gastos económicos, en conclusión, el uso del TPM mejora la eficiencia global de los equipos dándoles un mejor cuidado a las máquinas y con la participación cooperativa de todos los trabajadores.

Palabras clave: Eficiencia global de los equipos, sector molinero, TPM.

Abstract

The objective of this research was to implement the TPM Methodology to improve the efficiency of the equipment of the company under study. Using the Ishikawa diagram tool, it was diagnosed that there is no presence of preventive maintenance. In other words, the company only carries out maintenance and repair of failures after the events have occurred, which generates losses in production and repair times as well as low useful life of the equipment. For this reason, it was decided to implement the TPM methodology as a solution where autonomous and preventive maintenance is used, in this way it was possible to directly increase the quality, availability and effectiveness indices to improve the OEE, which means improved competitiveness in the market. For a better response, Layout was also applied for the company which has a poor distribution, reducing production time and facilitating the distribution of products. Likewise, with the Open - Source Odoo ERP, management and control in the Maintenance area was improved, facilitating the processes. The research corresponds to the applied type, quantitative approach and explanatory type. Regarding the design, it is specified as pre-experimental. The results show an increase in the OEE, going from 63.28% to 78%, becoming a competitive company with few economic expenses. In conclusion, the use of TPM improves the overall efficiency of the equipment by giving better care to the machines and with the cooperative participation of all workers.

Keywords: Global equipment efficiency, milling sector, TPM.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El mantenimiento de maquinarias, equipos e instalaciones es muy importante para toda organización, puesto que éste aumenta la vida útil de los activos, disminuyendo la necesidad de gastos en materiales y repuestos. En los años 50 se desarrolló el TPM, este tipo de mantenimiento consiste en implementar pilares que reduzcan las pérdidas de la empresa. Lo que permite comprender la relevancia de disponer de herramientas de apoyo a la gestión del mantenimiento para las compañías, mismas que repercuten positivamente sobre su eficiencia, eficacia y productividad global. En este apartado se presenta una revisión de la literatura sobre gestión y clasificación de mantenimiento, definiciones, características, objetivos y pilares del TPM, las 6 grandes pérdidas e indicadores de gestión de mantenimiento.

Dentro del contexto internacional, tenemos:

En la tesis [1] existió el problema con respecto a un escaso mantenimiento que se les da a las máquinas industriales ya que la empresa no contaba con un plan de mantenimiento, solo se realizaba mantenimiento correctivo lo que generaba una baja vida útil de la maquinaria por lo cual se diseñó un mejor sistema de TPM, la empresa tenía fallas en equipos que ocasionan pérdidas de tiempo, debido a la mala calibración el equipo no funcionaba a su máxima capacidad generando una velocidad de operación reducida, defectos en los procesos por lo cual se debía realizar un reproceso, después de aplicar actividades que fueron previamente planificadas se obtuvo un incremento en el OEE , con la disponibilidad al 85,3%, eficiencia al 87,5% y con una calidad del 98,55% de esta forma se tiene un OEE de 75,40%, determinando la eficacia global de las máquinas, teniendo antes un 67,11% y ahora un 75,40%.

Cabrera [2] se aplicó para conocer de qué manera afecta el TPM a el OEE del proceso molienda en la empresa minera, entre los problemas constantes de la empresa están que los componentes internos de la carcasa de bomba se desgastan muy rápido lo que ocasiona fuga en la solución afectando los equipos, para el mantenimiento autónomo donde participa el operador, se implementaron fichas de orden, inspección y limpieza como también un diagrama detallado de cómo realizar las actividades, en el mantenimiento planificado las fichas con la programación de las máquinas y quienes las inspeccionan , en el de calidad se vio una buena opción las capacitaciones; el TPM incrementó la disponibilidad, la empresa pasó de tener 82% a un 91%, con respecto a su rendimiento de un 47% a un 100% y para su calidad del 81% a un 96% dando como resultado un aumento del OEE del 31% al 87%.

En el año 2020, Vega [3] en su investigación hizo un diagnóstico sobre la situación actual de la empresa, en el proceso de producción tomando en cuenta cada uno de los pilares de la teoría del tema de estudio. Se hizo un plan de acción para poder implementarla, la razón de este plan es por ser una nueva empresa se puede prevenir el deterioro de equipos al poco tiempo de su operación, el mantenimiento que decidieron implementar gasta gran parte de su tiempo al ser de tipo correctivo, además los trabajadores no tienen la capacitación requerida para hacer sus actividades de mantenimiento básico, como parte de sus habilidades y competencias. Se planteó una mejora en el OEE con una reducción de \$ 4.000 /ton tan solo en el primer año de implementar el TPM.

López et al. [4] en un artículo científico, publicado en Cuba, mencionan que, con el propósito de incrementar la productividad dentro de una empresa de transportes, fue propuesto el TPM dentro del plan de gestión de mantenimiento; con impacto directo sobre la totalidad de flota vehicular de la compañía. Respecto al estudio, se precisa que la muestra la conformaron las unidades de la marca Hyundai, con análisis de información del año 2017. Fueron ocupados indicadores de disponibilidad para cuantificar el impacto de mejora. Los estudiosos mencionan que con la implementación del plan de gestión de mantenimiento con TPM planteado, se podrá alcanzar mejoras sustanciales. Por otro lado, pudo identificarse qué

aspecto importante mejora la gestión del abastecimiento de piezas e insumos, por ser este crítico. Los resultados posteriores a una posible implementación son favorables, pasando de 82% al 91% en relación a la disponibilidad de equipos. Los estudiosos concluyen que, para la empresa estudiada resulta ser de mucho beneficio la aplicación de la propuesta; ya que de esta manera se garantizará la continuidad operativa de la misma.

En el año 2021, Muñoz y Cantos [5] en un artículo científico, publicado en Ecuador, mencionan que, con el propósito de atender la problemática productiva, fue propuesto la aplicación del TPM como solución principal, sumado al empleo del programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para los equipos de la compañía industrial estudiada. El estudio consideró el análisis de criticidad y análisis de efectos y modos de fallas (AMEF) por ser considerados relevantes. Como desarrollo de la propuesta, se elaboró el plan de mantenimiento con TPM. Se ocupó al diagrama de Pareto, para determinar las principales tareas de atención. Como resultados, pudo precisarse que el indicador más adecuado destinado a la medición de la confiabilidad fue el tiempo promedio entre paradas. Con una posible implementación de la propuesta, podrá lograrse el aumento de la confiabilidad a 3,59; determinando de esta forma que la disponibilidad de equipos ocupados en la línea de producción podrá ser mejorada. Los investigadores concluyen que, posterior a la aplicación de la propuesta, se alcanzaría mejorar la disponibilidad, logrando un valor de 87% (incrementando un 13%); considerándose sumamente beneficioso y favorable para la compañía en estudio.

Álvarez y Hernández [6] en un artículo científico, publicado en Cuba, mencionan que, con la finalidad de reducir los costos de mantenimiento, se propuso un plan de gestión de mantenimiento con TPM para una empresa del segmento de electrificación. La propuesta fue comparada con el plan actual de ejecución de mantenimiento. Así también, se planteó incrementar las horas destinadas a labores de mantenimiento para los equipos, pasando de 2000 a 3000 horas; con intervenciones cada 1500 horas. Posterior a una estimación realizada, los estudios advierten que podría incrementarse la disponibilidad de los equipos,

pasando del 81% al 89.5%, siendo beneficioso para la compañía. La propuesta incluyó un plan de gestión de mantenimiento completo con el apoyo del TPM como herramienta principal. La viabilidad económica también resultó favorable, con un valor de 1.49 para el análisis beneficio costo.

Dentro del contexto nacional, tenemos:

En el año 2022, Cerón y Pérez [7] en la empresa “Induce Del Ecuador” la cual no cuentan con un plan maestro de mantenimiento generando inexistentes mantenimientos programados de esta forma la vida útil de la maquinaria industrial es reducida, la empresa solo cuenta con mantenimiento correctivo es decir repara cuando la máquina falla, todo esto afecta que el OEE sea de un 60% siendo esto inaceptable, por ello se aplica la metodología TPM para tener la documentación que le falta, como las fichas técnicas, procedimientos de trabajo, registro de mantenimiento, guía de operación, etc. Las máquinas que participaron en la producción fueron estas: la cortadora hidráulica, dobladora y troqueladora. Con el TPM la disponibilidad subió a un 94%, el desempeño al 97% y la calidad a un 94% dando un OEE del 85% siendo una diferencia del 25% antes de la implementación haciendo más competitiva la empresa.

Burgos [8] en su tesis cuyo objetivo fue implementar la metodología TPM en el proceso productivo en la línea de envasado de arándano, centrándose en mejorar el OEE. La investigación corresponde al tipo aplicada y correlacional, diseño experimental y enfoque cuantitativo. Es concluido que, el factor crítico que afectaba el OEE era las paradas imprevistas operativas y de equipos. Con el TPM se incrementó la disponibilidad, la empresa pasó de tener 91.46% a un 4.93%, con respecto a su rendimiento de un 91.68% a un 93.65% y para su calidad del 99.33% a un 99.57% dando como resultado un aumento del OEE del 88.31% al 90.42% siendo más competitiva la empresa y logrando disminuir los costos de mantenimiento en S/ 15 824.40 en la temporada de julio a diciembre.

Canahua [9] en su tesis, publicada en Lima, manifiesta que, el problema se presenta en la baja productividad del proceso productivo, lo cual genera mayores costos y disminución de la rentabilidad. Se determinó una OEE de 32,86% en la línea de producción de repuestos para vehículos y equipos del rubro minero, que representa un valor menor de 85% lo cual es inaceptable. Los factores de disponibilidad un 86,70%, rendimiento de 76.68% y calidad a 49.44% inferior al indicador de clase mundial. La causa principal es el incumplimiento de mantenimiento preventivo y el exceso de horas en mantenimiento correctivo, lo cual repercute en la generación de productos no conformes y por tanto en la demora de la entrega de productos que solicitan los clientes. Ello ocurre por la insuficiencia en las áreas de torneado, fresado, rectificado, corte y medición. Por consiguiente, se demostró la factibilidad de la implementación del TPM, logrando incrementar el OEE de 32,86% a un 85.58% (disponibilidad: 96.88%, rendimiento:93.34% y calidad: 94.64%).

Gaspar y Ayala [10] en un artículo científico, publicado en la ciudad de Lima, mencionan que, con la finalidad de buscar el incremento de la disponibilidad de equipos de una empresa industrial, se llevó a cabo la implementación del TPM. El estudio presentó diseño de tipo no experimental, con enfoque cuantitativo. En cuanto a la población y muestra, se encontraron compuestas por cinco equipos de la compañía estudiada. Fueron utilizados los diagramas de Ishikawa y también de Pareto, pudiéndose advertir que la problemática fundamental apuntaba a la ausencia de mantenimiento preventivo al interior de la compañía. La disponibilidad inicialmente en relación a los equipos fue 79.75%; posterior a la propuesta, la disponibilidad final de los equipos fue de 97.44%. Con lo cual se resume que, pudo alcanzarse un porcentaje de mejora del 17.69% para la disponibilidad de equipos. Los estudiosos concluyen afirmando los beneficios que puede resultar el implementar el TPM al interior de las empresas, obteniendo el incremento de la disponibilidad de los equipos para las mismas.

Romero y Vásquez [11] en un artículo científico, publicado en la ciudad de Trujillo, afirman que, fue planteado ocupar al TPM como solución de mejora del OEE para los equipos

de la una compañía agroindustrial. En cuanto al estudio, se afirmó que contó con enfoque cuantitativo, de diseño no experimental. Se empleó como instrumentos: la observación, el análisis documental y formatos de valoración para evaluar el OEE. Los investigadores mencionaron que como resultados se obtuvo que, al aplicar el diagrama de Pareto, pudo precisarse que los motores eléctricos representaban la mayoría de interrupciones por mantenimiento correctivo; con lo cual se planteó un plan de gestión de mantenimiento que incluya TPM. Los estudiosos concluyen que con una posible implementación se lograría el beneficio económico de 5,512,153.60 dólares por año, con el costo de inversión inicial en 3,388,000.00 dólares. Así mismo, se podrá incrementar el OEE, pasando del 68% al 87%.

En el año 2021, Navarro [12] en un artículo científico, publicado en la ciudad de Lima, precisa que, con la finalidad de lograr el incremento de la productividad de una empresa industrial, se propuso ocupar al TPM como herramienta de Lean Manufacturing en su atención específica. Respecto al estudio, fue de tipo aplicativo, con diseño no experimental, sin manipulación de variables y con corte transversal correlacional causal. En relación a la población, se conformó por 90 empleados, mismos que se les aplicó dos cuestionarios vinculados al TPM y productividad. Como resultados se obtuvo que, con una posible implementación de la propuesta elaborada, se lograría la mejora de disponibilidad de la maquinaria en 21.5% respecto al valor inicial (68%). Los estudiosos concluyen que, la implementación del TPM resulta beneficioso, pudiendo alcanzar mejoras cuantificables para la empresa; determinando de esta forma su impacto positivo sobre la productividad.

Dentro del contexto local, tenemos:

Requejo [13] en su tesis, publicada en la ciudad de Chiclayo, determinó que en el área de mantenimiento se originaron ingresos no percibidos, a causa de los inconvenientes y fallas que se presentaron en las máquinas en el proceso de conservación, ocasionando paradas no planificadas y productos defectuosos. Se determinó una OEE de 73.7%, resultado del producto de calidad con un 99.7%, eficiencia del 94.8% y disponibilidad del 77.9%. Debido a

la baja disponibilidad que existió durante la campaña de conserva, la empresa se encontró en una clasificación mundial regular. A partir del diagnóstico que se realizó se determinó los siguientes problemas: Personal no capacitado, las máquinas con mayor incidencia de paradas fueron la desgranadora y la cerradora Ángelus 69P con un total de 37 fallas, durante la campaña hubo 68,77 horas de paradas debido a las fallas por máquina. De acuerdo con los problemas detallados se aplicó la metodología TPM, pues los 8 pilares que lo conforman ayudaron a gestionar el personal debido a que todos los trabajadores debían estar implicados en las actividades de mantenimiento con el propósito de eliminar o disminuir pérdidas económicas. De igual forma esta metodología utiliza distintas herramientas en la que se puede evaluar la causa raíz de las fallas. Con la implementación se logró aumentar la eficiencia y disponibilidad en un 0,2 % y 6,1 %, correspondientemente, lo que hizo que la empresa se encuentre en una clasificación mundial aceptable con un OEE de 79,6 %.

En el año 2021, Céspedes [14] en su tesis, publicada en Chiclayo, afirma que, la empresa ejecutaba procesos de mantenimiento acorde a “extinguir fuegos”, solucionando lo hechos ocurridos, solo cuando sucedían con la ejecución de mantenimiento correctivo. Dicho de otra manera, se realizaba mantenimiento y reparación de fallas, cuellos de botella o averías, después de ocurridos los hechos, ocasionando paradas innecesarias de largo tiempo no planificadas, perjudicando en la productividad y transporte de los minerales. Por ende, con el desarrollo del TPM se mejoró la productividad de los procesos de transporte de la empresa, logrando incrementar a 11.2% y 16.1% para el mes de abril y mayo, respectivamente, en la flota de equipos móviles. De esta manera, se permitió optimizar los procesos de gestión, calidad de trabajo, capacitaciones y labor de equipo. Así mismo, se obtuvieron resultados favorables en torno a la eficacia y eficiencia de la empresa. Obteniendo un incremento del 8% con respecto a la eficacia y un 14.3% con respecto a la eficiencia.

En Chiclayo, García [15] en su tesis cuyo objetivo fue gestionar la metodología TPM a fin de mejorar la productividad en dicha empresa. La investigación corresponde al tipo descriptiva y aplicada. Con respecto al diseño, es no experimental y propositiva. Para la

población y muestra, tuvo en consideración a los 62 colaboradores vinculados al área de producción y recursos humanos; aplicándose una encuesta, con el propósito de averiguar la orientación, satisfacción laboral y capacidad de conocimiento que les brinda la empresa. El investigador en conclusión precisa, que la empresa agroindustrial requirió de la ejecución del TPM, por lo que se pudo concluir que la productividad incrementaría de 77% a 89%, después de la propuesta, obteniendo una variabilidad positiva del 12%.

Pérez [16] en un artículo científico, publicado en la ciudad de Chiclayo, menciona que, sin duda alguna, el poder ocupar la herramienta TPM genera beneficios tangibles y cuantificables para las empresas. Con lo cual, en la investigación realizada, se elaboró como propuesta el diseño de un plan de gestión de mantenimiento ocupando precisamente al TPM como herramienta principal y como consecuencia alcanzar el incremento de la productividad de las compañías. Respecto al estudio, se precisó que fue no experimental, también descriptivo. Respecto a la muestra, fue de ocho equipos, los cuales presentaban fallos recurrentes afectando en forma directa el proceso de producción. Respecto a los resultados que se alcanzaron, los investigadores afirman que ocupando la propuesta planteada para implementar el TPM y luego de una simulación, se podrá alcanzar el incremento del 85.35% al 93.69% en cuanto a la disponibilidad de los equipos de la empresa. Sumado a ello, al poder garantizar la continuidad operativa de los equipos, se podrá alcanzar el incremento de los niveles productivos. Para el estudio, la valoración económica determinó el valor actual neto en 1872.96, con tasa interna de retorno de 78% mensual; lo cual determina la viabilidad de la propuesta.

La empresa en estudio está ubicada en la ciudad de Lambayeque. La principal labor comercial que realiza corresponde a la producción y comercialización de bolsas y sacos de arroz en gran variedad de presentaciones en marcas propias. Con lo cual, resulta fácil entender la relevancia de disponer de continuidad operativa en cuanto a las máquinas y equipos que forman parte del proceso productivo. Siendo más precisos, el problema específico se relaciona a las paradas de producción como resultado de fallas en la maquinaria

y equipos; ello principalmente a razón de la ausencia de gestión y falta de mantenimiento preventivo a cargo del departamento responsable.

Uno de los principales problemas que existe en la industria de la producción en el Perú, consiste en que muy pocas empresas logran la permanencia deseada y esto se debe principalmente a la falta de conocimiento y gestión de sus procesos productivos o de servicios. Las actividades son desarrolladas por lo general de forma empírica y no son ocupadas herramientas metodológicas e indicadores para medir el desempeño de las mismas [17]. La falta de empleo de herramientas metodológicas de eliminación de desperdicios y mejora continua también es tema recurrente. Se entiende entonces que, al disponer de estas herramientas, facilitará la atención a los problemas identificados en los diversos departamentos que conforman la compañía. En ese sentido, se comprende la importancia e impacto positivo que puede generar el emplear estas herramientas metodológicas en distintos segmentos empresariales.

El principal problema identificado en la empresa consiste en el desarrollo de las actividades laborales de manera empírica, en forma desordenada, sin una metodología específica de trabajo. Ello, trae consigo que el desarrollo de las actividades laborales se prolongue más del tiempo estimado. Lo cual es resultado de la falta de capacitaciones, ausencia de motivación, falta de mantenimiento de tipo preventivo, maquinaria sucia, componentes de maquinaria con presencia de desgastes, empleo de métodos desfasados, falta de componentes y herramientas, ausencia de documentación, espacios de trabajo con presencia de suciedad y falta de orden; lo cual se refleja en presentar un bajo nivel en relación a la eficiencia global de los equipos presentada. Por lo que, con la implementación de diversas herramientas metodológicas de ingeniería, como lo son el caso de las herramientas de lean manufacturing, podrán tener impacto positivo para mejorar la eficiencia global de los equipos de distintas empresas.

La principal justificación de la investigación consiste en que, al momento del estudio, el nivel de la eficiencia global de los equipos presentada no era la esperada; generando

muchas veces retrasos en la atención de los pedidos para las fechas acordadas con los clientes. En ese sentido, se encontró justificación teórica en cuanto fue analizada diversa bibliografía asociada a la gestión de mantenimiento empleando la metodología TPM, porque se buscó realizar la identificación de teoría específica en atención a la problemática advertida que solucione el problema de la baja eficiencia del OEE. Sumado a ello, la presente investigación se encontró inmersa en el contexto de la Ingeniería Industrial, empleando diversos instrumentos, herramientas y metodologías respaldadas en ingeniería, siendo aplicables a la gestión de mantenimiento; persiguiendo llevar a cabo el contraste de la hipótesis previamente planteada, para de manera posterior determinar conclusiones cuantificables y medibles en espacios de tiempo específicos. Así también, podrá ocuparse inicialmente para la ejecución de estudios de similar propósito; determinando una teoría de gestión de mantenimiento implementando la metodología TPM, persiguiendo la mejora del OEE para empresas diversas. Sumado a ello, encontró justificación práctica, en la medida que su avance aporta soluciones para la problemática determinada, planteando estrategias; las cuales servirán de apoyo a la solución de fallos específicos [28]. La investigación realizada aportó a la empresa en cuanto al abordaje del problema del bajo nivel de eficiencia global de los equipos presentados. Con lo cual, se afirmó la importancia y necesidad de llevar a cabo la propuesta planteada; logrando de esta forma mejoras cuantificables para la compañía, incrementando el porcentaje de eficiencia entre el 5% y 35%. También encontró justificación metodológica, en cuanto fueron empleados diversos instrumentos para llevar a cabo las tareas de recolección de información asociada a la investigación; persiguiendo identificar la problemática específica que afecta la eficiencia global de los equipos. Así también, en cuanto fue propuesta como solución a la problemática el empleo de la metodología TPM, la cual aporte a la mejora de la eficiencia global de los equipos de la empresa. Finalmente, encontró justificación económica en cuanto los colaboradores de la empresa del sector molinero serán beneficiados; como resultado de emplear adecuadamente la metodología TPM, garantizando la continuidad operativa de los equipos y mejorando de esta manera su eficiencia. Por otro

lado, como resultado de la mejora de la eficiencia, podrá lograrse el incremento de los ingresos económicos de la organización; percibiendo y beneficiándose de manera directa por todos los colaboradores, originando de esta forma estabilidad económica y laboral para los mismos.

La importancia del estudio radica en que poder gestionar en forma correcta el mantenimiento de los equipos al interior de las compañías resulta ser fundamental y trascendental, en la medida que garantiza la continuidad operativa de la empresa. Con lo cual, fue requerido ejecutar el análisis minucioso al interior del departamento productivo y de mantenimiento de la empresa; con la finalidad de entender en detalle sus procesos y advertir fallos, así como oportunidades de mejora en su atención; las cuales repercuten positivamente sobre la eficiencia global de los equipos. El compromiso y apoyo gerencial resultó de mucha relevancia para el estudio, ya que al identificar la problemática que demandaba de pronta atención, resultó conveniente la aplicación de la propuesta planteada; puesto que la investigación aportó a la mejora del OEE, enfocándose en la ocupación de la herramienta de ingeniería (Lean Manufacturing) TPM.

1.2. Hipótesis

La implementación de la metodología TPM mejora la eficiencia global de los equipos en una empresa del sector molinero en Chiclayo 2023.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Implementar la metodología TPM para la mejora de la eficiencia global de los equipos en una empresa del sector molinero en Chiclayo 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

a) Diagnosticar la situación actual de la empresa del sector molinero utilizando el diagrama de Ishikawa para el análisis del nivel de eficiencia global de los equipos.

b) Implementar una gestión de mantenimiento empleando la metodología TPM, Layout y ERP en una empresa del sector molinero para la mejora de la eficiencia global de los equipos.

c) Realizar el estudio de los resultados alcanzados comparándolos con otras investigaciones del sector molinero para la evaluación beneficio/costo de la implementación.

1.4. Teorías relacionadas al tema

1.4.1. Gestión de mantenimiento

1.4.1.1. Mantenimiento, generalidades

La competencia en el mercado mundial impulsa a las empresas a buscar adaptar su entorno de negocios en diversos sectores industriales con el objetivo de aumentar la vida útil de los equipos. Lo más importante, durante su operación y mantenimiento. La gestión del mantenimiento incluye planificaciones y programaciones sistemáticas durante la vida útil del equipo para minimizar las tasas de fallas. El concepto fundamental de la ingeniería de mantenimiento es la mejora continua de los procesos de gestión del mantenimiento integrando conocimiento, análisis e inteligencia para apoyar la toma de decisiones en campo de mantenimiento, con el objetivo de beneficiar los Resultados Económicos y Operativos Globales [18].

1.4.1.2. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM son estrategias que se centran en mejorar y mantener los sistemas de producción con calidad en los procesos, equipos, máquinas lo que agrega valor a una empresa. Esta metodología tiene una filosofía que se trabaja de manera participativa, tiene

como propósito maximizar el nivel de efectividad de las máquinas y eliminar los errores de los equipos, defectos y otros fenómenos negativos [18].

En 1951 el Dr. Deming introdujo el mantenimiento preventivo cuando los japoneses lo llamaron para que ayude en las prácticas industriales estadounidenses, ideas como la TQM y los conceptos de PM fueron solo respuestas respondidas de manera parcial a los inconvenientes con el mantenimiento y la calidad. Tras mucha prueba y error el PM se volvió el TPM [18].

Los elementos claves del TPM son el mantenimiento correctivo, preventivo, autónomo y de averías.

El TPM son actividades que se realizan de manera organizada que al momento de implementarse mejoran la gestión de la organización de fabricación o mejora el servicio al poder optimizar el rendimiento de su equipo y maquinaria. Es capaz de crear competitividad eliminando las deficiencias del sistema operativo de forma ordenada y rigurosa. La empresa se distinguirá por usar el TPM, tendrá un impacto por reducir costos, mejorar tiempos de resolución, confiabilidad del suministro, la calidad del producto, habilidades de los trabajadores, siempre con el objetivo de reducir el mantenimiento [18].

Una de las características importantes del TPM es que no se requiere implementar todos los pilares al mismo tiempo, pero se puede dar un enfoque con el Mantenimiento Productivo Total basándonos en la empresa, los pilares del TPM deben ser seleccionados con relación a la compatibilidad y las circunstancias que presenta la organización en ese momento [18].

1.4.1.3. Características y objetivos del TPM

TPM enfatiza la prevención primero y se basa en los siguientes tres principios [18]:

- Mantener el estado normal o básico de la instalación. Por ello, se debe evitar la degradación de la maquinaria mediante un mantenimiento que maximice su vida útil y disponibilidad.

- Detección temprana de las causas de variaciones ya que alteran las condiciones normales de operación y afectan negativamente el resultado económico del proceso productivo al incurrir en mayores costos.

- Respuesta rápida. Dada la detección temprana de anomalías, las empresas deben contar con estructuras competentes, ágiles y flexibles.

El primordial objetivo del TPM es obtener la máxima eficiencia global de los equipos o el máximo rendimiento. Por consiguiente, se mencionan los principales objetivos de TPM como:

- Disminuir accidentes, averías y defectos.
- Minimizar la preparación de los equipos y el tiempo de espera.
- Utilizar eficiente y eficazmente los equipos.
- Optimización de materia prima y economía de energía.
- Entrenamiento y formación del personal de mantenimiento y producción.
- Participación de todas las áreas de la empresa.
- Promover el TPM mediante la gestión de motivación.

Según los expertos en operaciones, OEE se utiliza como una herramienta clave para proporcionar una forma consistente de medir la eficacia de los programas de producción ajustada y TPM. La involucración de todos los empleados, además de la práctica de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo. [18].

1.4.1.4. Los pilares del TPM

El TPM se conforma de 8 pilares los cuales garantizan la participación de todas las áreas de la empresa de esa forma genera una gran eficiencia en el sistema de producción [19].

a) Mantenimiento autónomo

Son acciones donde intervienen diversas áreas del proceso productivo para aumentar la efectividad de equipos, plantas y procesos, realizando mediante un buen trabajo de manera organizada y también se concentra en eliminar las pérdidas generadas en las fábricas industriales. Son las actividades dirigidas a los trabajadores que están encargados de operar las máquinas, su objetivo es asegurarse de que el trabajador actúe en el mantenimiento de su propia máquina, su inspección, lubricación y reparaciones menores.

b) Mantenimiento planeado

Dirigido a los que trabajan en el área de mantenimiento, tiene la misión de incrementar la disponibilidad de equipos al mínimo costo, se logra creando planes de mantenimiento basadas en la matriz de criticidad de las máquinas de la empresa, se crean acciones de prevención para evitar averías y fallas en las maquinas con indicadores midiendo el rendimiento que tiene el equipo de mantenimiento al momento de realizar sus actividades. Consiste en tener el equipo y el proceso en buen estado mediante actividades sistemáticas para mejorar de manera continua con el objetivo de evitar paradas [19].

c) Mejoras enfocadas

Su objetivo es eliminar pérdidas al igual que optimizar el uso de los activos, si se desea realizar esto se debe aplicar el ciclo CAP-Do la cual es una herramienta con la que podemos mejorar, corregir y optimizar el proceso, la herramienta tiene 4 fases: Chequear, analizar, planear y hacer [19].

d) Desarrollo de actividades

Fundamentado en la capacitación de los trabajadores buscando generar competencias y habilidades en todos los trabajadores que se encuentran implicados con esta metodología y de igual forma con el proceso productivo [19]. Las habilidades tienen relación con la forma correcta al momento de actuar y tomar la decisión de cómo manejan los procesos, siempre buscando el buen funcionamiento.

e) Prevención de Mantenimiento

Busca reducir al mínimo los costos o pérdidas que se producen al realizar el proceso productivo para algún nuevo producto o en la instalación e inicio de operación de alguna nueva máquina en la empresa. Este pilar previene los gastos de mantenimiento ya que realiza mejoras a la máquina antes de que esta entre en funcionamiento, precisamente en las etapas de diseño y fabricación [20].

f) Mantenimiento de calidad

Busca mantener en buenas condiciones los equipos y máquinas de esa forma se evitan los productos defectuosos y en un futuro las fallas al proceso productivo, esto garantiza la calidad de los productos y servicios [20]. El TPM tiene el propósito de reducir los defectos que tiene el producto por fallas en las condiciones y los componentes del equipo que afectan de manera directa a la calidad del producto, se conoce generalmente que los equipos fallan y se detienen, pero también aparecen averías en las cuales el equipo no se detiene, esto afecta a la calidad final del producto generando pérdidas.

g) TPM en áreas administrativas

El área administrativa se encarga de recopilar los datos mediante la aplicación del TPM gracias a esto estarán mejor informados para la toma de decisiones y brindar recomendaciones esto también ayuda a disminuir gastos [20]. El objetivo de este pilar es que las mejoras lleguen también al área administrativa como a las actividades de soporte, que no

se centre solo en el área de producción. Buscando un fortalecimiento de las áreas con un equilibrio de las actividades de soporte y primarias en la cadena de valor.

h) Seguridad y entorno

Tiene como finalidad “cero accidentes”, “cero contaminantes”. Promueve la prevención de accidentes, busca tener cero accidentes en todas las actividades de la empresa, para el ambiente se busca mitigar la contaminación mediante estudios que ofrezcan planes para los procesos productivos. Para lograr eso se realizan ambientes más seguros, limpios, con un buen medio ambiente, también son motivadores. Si se tiene contaminación en el área de trabajo se dan casos de mal funcionamiento de las máquinas como también varios accidentes causados por el mal orden de las herramientas como de los equipos en el área de trabajo [20].

1.5. Indicadores de Gestión de Mantenimiento

1.5.1. Eficiencia Global de los Equipos

El OEE es la mejora si queremos optimizar los procesos de fabricación y se relaciona de manera directa con los costos de operación, el OEE nos dice sobre cuantas perdidas o cuellos de botellas hay en el proceso enlazando la toma de decisiones financiera y el rendimiento de las operaciones, logra justificar las decisiones que se toman con respecto a futuras inversiones [11].

La disponibilidad es afectada por los ajustes, las averías y las paradas. El rendimiento es afectado por la reducción en la velocidad y las pequeñas paradas, la calidad es afectada por las dos últimas siendo los rechazos de producción y rechazos que se dan en el inicio de producción. El OEE vista desde un punto conceptual se define como el producto de tres indicadores: calidad, disponibilidad y rendimiento.

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

a) Disponibilidad

Es el tiempo que ha estado en funcionamiento la máquina o el equipo con respecto al tiempo que se deseaba que estuviera funcionando, quitándole el tiempo de paradas que no han sido programadas [11]. Si queremos calcular la disponibilidad debemos encontrarla como la razón del tiempo que la máquina está produciendo y el tiempo que con anterioridad habíamos pensado que estaría produciendo; ese último dato se halla restándole al tiempo total los tiempos de paradas planificadas, plasmado de la siguiente manera:

$$Disponibilidad = \frac{TO}{TPO} X 100\%$$

Datos:

- TO: Tiempo de operación
- TPO: Tiempo Planeado de la Operación
- TO: TOP – Paradas/Fallas
- TPO= Tiempo del trabajo total – paradas planificadas.

b) Rendimiento

Es la propiedad del mantenimiento de estar más cerca a conservar la capacidad productiva buscando alcanzar su capacidad potencial. Es el tiempo que estuvo fabricando ya sean productos buenos o malos con respecto a lo que tendría que lograr en un tiempo de ciclo ideal [11].

$$Rendimiento = \frac{Número\ total\ de\ unidades}{Tiempo\ de\ la\ Operacion\ x\ Velocidad\ máxima} X 100\%$$

c) Calidad

Es cuantos productos buenos se fabricaron con respecto al total de la producción realizada [11]. Para calcularla debemos dividir la cantidad de unidades sin defectos que estén

conforme entre la cantidad total de productos que se fabricaron también incluyendo los defectuosos.

$$Calidad = \frac{Cantidad\ de\ unidades\ conformes}{Cantidad\ total\ de\ unidades} \times 100\%$$

Cálculo del indicador OEE

B/A = Disponibilidad D/C= Rendimiento F/E= Calidad

$$OEE = B/A \times D/C \times F/E$$

Clasificación del OEE

Se presenta en diferentes niveles de la siguiente manera:

Valor OEE	Calificación	Observaciones	Nivel de competencia
OEE < 65%	No aceptable	Se producen pérdidas económicas importantes	Muy baja competitividad
65% < OEE < 75%	Regular	Se acepta si se está mejorando. Hay pérdidas económicas	Bajo nivel de competitividad
75% < OEE < 85%	Aceptable	Seguir la mejora para superar el 85%. Pocas pérdidas económicas	Competitividad ligeramente baja
85% < OEE < 95%	Buena	Se ingresa a Valores World Class	Buen nivel de competitividad
OEE > 95%	Excelente	Valores World Class	Excelente Competitividad

Figura 1. Clasificación del indicador OEE

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Se da cuando la investigación que se está llevando a cabo se orienta a lograr un conocimiento nuevo con el objetivo de dar solución a problemas prácticos [21]. El estudio, formó parte del tipo de investigación aplicada; en la medida que empleó diversos conocimientos vinculados a la ejecución de la metodología TPM, persiguiendo mejorar la eficiencia global de los equipos, comprobando la teoría y problemática advertida; ya que al momento del estudio el porcentaje referido no era el esperado.

Las investigaciones de enfoque cuantitativo donde se incluye también al presente estudio mencionado, tienden a ser muy estructurados, de manera que el investigador es el que especifica las principales características incluso antes de que se recopile algún dato [21].

El tipo explicativa también conocida como analítica, es cuando se permite analizar la relación que tienen dos o más variables, puede ser por correlación, causalidad o asociación. En esta parte toma importancia los puntos de control. No solo se describe la problemática sino también advierte las causas que la originan [21]. Con lo cual, es determinado que el estudio formó parte de este tipo; en cuanto detalló particularidades del contexto vinculado a la problemática de la empresa estudiada y en cuanto planteó las posibles causas que dan origen a los problemas identificados ocupando herramientas de análisis de ingeniería específicas.

2.1.2. Diseño de investigación

Se define el diseño preexperimental como la variación de los diseños experimentales el cual carece del rigor que poseen los experimentos y se usa previo a un experimento real. No se realizan modificaciones de manera intencional y en un tiempo delimitado [22]. En cuanto al estudio desarrollado, se determinó de diseño pre experimental; debido a que solo

se observó de manera puntual la problemática vinculada al mantenimiento que afecta la eficiencia de los equipos en una empresa del sector molinero. Al llevar a cabo las tareas asociadas al análisis y el planteamiento de la propuesta de mejora ocupando información seleccionada, fue determinado en cuanto a las variables, que no presentaron alguna forma de manipulación. Sumado a ello, la investigación fue transversal; debido a que los datos e información empleados corresponden a un espacio de tiempo limitado y específico.

2.2. Variables, operacionalización

Variable dependiente: Eficiencia global de los equipos, el OEE es la mejora si queremos optimizar los procesos de fabricación y se relaciona de manera directa con los costos de operación. Nos dice sobre cuantas perdidas o cuellos de botellas hay en el proceso enlazando la toma de decisiones financiera y el rendimiento de las operaciones, logra justificar las decisiones que se toman con respecto a futuras inversiones [11].

Variable independiente: Metodología TPM, estrategias que se centran en mejorar y mantener los sistemas de producción con calidad en los procesos, equipos, máquinas lo que agrega valor a una empresa [18].

Tabla 1. Operacionalización de la variable dependiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Eficiencia global de los equipos	Es la mejora para optimizar los procesos de fabricación. Nos indica cuantas perdidas o cuellos de botellas hay en el proceso enlazando toma de decisiones financiera y rendimiento de operaciones [11]	Medición resultante de la aplicación de los indicadores de la Eficiencia Global de los Equipos	Disponibilidad	$= \frac{(\text{Tiempo Planificado} - \text{Tiempo Muerto})}{\text{Tiempo Planificado}} * 100$	05	Guía de observación, ficha de registro, guía de entrevista y cuestionario de encuesta	Porcentaje	Cuantitativa, numérica, continua	Razón
			Rendimiento	$\text{Rendimiento} = \frac{(\text{Tiempo de operación})}{(\text{N}^\circ \text{ total de unidades})} \cdot \text{Tiempo de ciclo ideal}$					
			Calidad	$= \frac{\text{Número de unidades conformes}}{\text{Número de unidades totales}}$					

Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Metodología TPM	Estrategias que se centran en mejorar y mantener los sistemas de producción con calidad en los procesos, equipos y máquinas lo que agrega valor a una empresa [18]	Valoración de la presencia del TPM dentro del departament o de mantenimient o	Planificación	Problemática específica identificada	01;02	Guía de observación, guía de entrevista y cuestionario de encuesta	Unidad	Cuantitativa, numérica y discreta	Razón
			Ejecución	Planteamiento de objetivos a desarrollar					
				Ejecución del mantenimiento autónomo (número de equipos atendidos)	03;04				
				Ejecución del mantenimiento preventivo (porcentaje de reducción de averías)					

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

2.3.1. Población

La población es un conjunto de elementos de los cuales se necesita obtener información puntual, para en lo consecutivo precisar conclusiones al respecto [23]. En concordancia al estudio presentado, fue mencionado que la población estuvo compuesta por 42 empleados, los cuales trabajan en una empresa del sector molinero. En cuanto a los equipos, la población estuvo conformada por 12 máquinas en total.

2.3.2. Muestra

La muestra es una proporción de la población, de la que se persigue presentar particularidades y cualidades específicas; las cuales serán incluidas en la investigación desarrollada [23]. En concordancia al estudio presentado, fue mencionado que la muestra estuvo compuesta por 8 empleados, los cuales desempeñan sus actividades laborales en el área de mantenimiento de la empresa del sector molinero. En cuanto a los equipos, la muestra está conformada por 8 máquinas (embolsadora, dosificador de giro continuo, zaranda limpiadora, enfardadora, elevador, silos de almacenamiento, tolvas y cintas transportadoras).

2.3.3. Muestreo

Respecto al muestreo, se precisa que fue de tipo no probabilístico por conveniencia; debido a la factibilidad de acceso a la información, la cual fue provista por la empresa.

2.3.4. Criterios de selección

Criterio de inclusión: Colaboradores de empresas del sector molinero, que se ubican en la ciudad de Chiclayo.

Criterio de exclusión: Colaboradores de empresas del sector molinero, que no se ubican en la ciudad de Chiclayo.

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

2.4.1. Técnicas e instrumentos

De manera consecutiva, se detalla las técnicas e instrumentos empleados al interior de la investigación.

Observación. Siendo aplicada en forma directa a la empresa del sector molinero, dentro de la jornada laboral; identificando problemas específicos. El instrumento que fue ocupado es la guía de observación, misma que generó el soporte necesario para el registro de los datos e información por parte de los investigadores. El detalle del mismo, se encuentra disponible en el Anexo A.

Entrevista. La cual dispuso de preguntas específicas y relevantes para el estudio en referencia. Demandó preparación anticipada. La técnica es de carácter formal. Fue ejecutada buscando recopilar información provista por parte de los trabajadores y que luego será ocupada en la investigación. La aplicación estuvo a cargo de los investigadores. Respecto al instrumento, se precisa que fue ocupada la guía de entrevista, siendo empleada durante la entrevista al área de mantenimiento de la empresa del sector molinero, abordando temas asociados a la realidad actual y el empleo de la metodología TPM como herramienta de gestión de mantenimiento para mejorar la eficiencia global de los equipos. El detalle del mismo, se encuentra disponible en el Anexo B.

Encuesta. Con uso directo de un cuestionario, demandó preparación anticipada y formalidad. Fue aplicada de manera directa a los colaboradores del área de mantenimiento. La tarea estuvo a cargo de los investigadores. El instrumento empleado fue el cuestionario. La finalidad persiguió determinar la realidad en cuanto a la gestión de mantenimiento presente y que afectaba la eficiencia global de los equipos de una empresa del sector molinero. El detalle de la encuesta se encuentra disponible en el Anexo C.

Análisis documentario. Presenta alto nivel en cuanto a confianza. Incluyó diversos documentos de la empresa estudiada y que resultaron relevantes para el desarrollo del

estudio en referencia. La documentación fue confidencial. Se precisa que, como instrumento, se empleó la ficha de registro.

2.4.2. Validez y confiabilidad

Al referirse a la validez vinculada a los instrumentos empleados durante la investigación, pudo precisarse que fue solicitado el juicio y opinión de expertos. Tarea cuya responsabilidad estuvo a cargo de tres ingenieros, de distintas casas de estudio. El detalle de las validaciones e informes los podemos encontrar en el Anexo D.

En relación al alfa de Cronbach, determina que corresponde a un factor asociado al cálculo para asociaciones de variables de una misma escala. Entonces, existen dos maneras de ejecutarlo; una, calcularla empleando sus varianzas (alfa de Cronbach). Otra, calcularla empleando sus correlaciones de cada uno de los registros (alfa de Cronbach estándar) [24].

Bajo el contexto del estudio, en referencia al factor obtenido para el alfa de Cronbach, fue de 0.8083. Valor que resultó ser adecuado, presentando consistencia y garantizando confiabilidad por su alto valor obtenido. El detalle de la confiabilidad se encuentra disponible en el Anexo E.

2.5. Procedimientos de análisis de datos

Se precisa que, dando inicio al desarrollo de la investigación, se ejecutaron las tareas asociadas al levantamiento de información; en donde hubieron de ocuparse instrumentos específicos, los cuales se encontraron previamente validados y brindaron el apoyo necesario para las actividades de recolección de información para fines de la investigación.

Luego se realizó el registro de los datos e información recolectados; ello, con la finalidad de determinar las causas que originan los problemas observados y que son atención del presente estudio.

Posterior a ello, fueron ejecutadas las tareas de análisis y procesamiento de datos, para lo cual fueron ocupadas las herramientas Microsoft Excel 2021 y SPSS - Versión 24; con

la finalidad de obtener resultados y gráficos estadísticos como resultado de los datos obtenidos en el estudio.

2.6. Criterios éticos

Se precisa que, debido a la interacción con los colaboradores, fue necesario ocupar en forma específica un consentimiento informado. El detalle se encuentra en el anexo F. Sumado a ello, durante el desarrollo del estudio en referencia, fueron ocupados en forma necesaria diversos criterios éticos, los mismos que son precisados en forma consecutiva.

Relacionado a la discreción. Fue puesto en práctica, en cuanto hubo de tener acceso a los datos de la empresa, así como su manipulación con propósitos académicos. Cabe precisar que gran parte de la información de la empresa es considerada como sensible y reservada. Así también, en cuanto al despliegue de las actividades de investigación; mostrando alto nivel de prudencia y criterio presente.

Relacionado a la transparencia. Fue puesta en práctica, en cuanto fueron manejados los resultados alcanzados, exponiéndose en forma escrita al interior de la investigación de manera muy real y precisa. Sumado a ello, se precisa que se encontró presente la transparencia al momento de exponer en forma clara y con el sustento adecuado durante la etapa de transmisión de la información obtenida.

Relacionado a la imparcialidad. Fue puesta en práctica, en cuanto se ejecutó de manera correcta, sin exponer algún tipo de arbitrariedad u orientación. Así mismo, sin presentar apreciaciones específicas o generales respecto a la investigación realizada.

Se resume que todos los datos e información empleada, fue manipulada en forma profesional y responsable, descartando alguna forma de adulteración o cambio intencionado con propósitos o interés particulares. Así también, las técnicas, metodologías y herramientas que fueron ocupadas, se emplearon responsablemente. Las encuestas aplicadas presentaron carácter de anónimo. En cuanto a los resultados, se mostraron de manera detallada,

presentando el respaldo de la teoría de la diversidad de autores citados bajo la normativa IEEE vigente; determinando de esta manera garantía de confiabilidad y también autenticidad.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Diagnóstico de la empresa

3.1.1.1. Información general de la empresa

La empresa en estudio está ubicada en Car. Panamericana Norte en el departamento de Lambayeque. La cual inició sus actividades el 01 de septiembre del año 2010. La principal labor comercial que realiza corresponde a la producción y comercialización de bolsas y sacos de arroz en gran variedad de presentaciones en marcas propias. Es la empresa arrocera más importante del Perú, posee tres plantas industriales ubicadas en Rioja, Lambayeque y Bellavista siendo esta última la más grande y con tecnología de punta única en el país. Cuenta con un amplio portafolio de productos y es socio estratégico del agricultor nacional.

Ficha de la empresa

Nombre de la Empresa : Molinera Chiclayo
Dirección : Carretera Panamericana Norte Chiclayo,
Lambayeque.
Actividad Comercial : Elaboración de Productos de Molinería
Sector / Actividad / Rubro : Producción de productos alimenticios.
Distrito/Ciudad/País : Lambayeque / Lambayeque / Perú

Misión

Integrar la cadena comercial y productiva del arroz, innovando y asegurándonos que los productos sean de calidad para el beneficio de nuestros colaboradores y clientes.

Visión

Convertirnos en la principal empresa exportadora de arroz del Perú.

Valores

- a) Honestidad: Actúan y promueven su práctica en todos nuestros actos.
- b) Lealtad: Priorizan la fidelización con los clientes y colaboradores.
- c) Responsabilidad: Asumen todos los compromisos.
- d) Puntualidad: Cumplimos con las obligaciones y los compromisos previstos. Donde respetamos y valoramos el tiempo.
- e) Ética: Con los valores, principios y normas que se reflejan en la cultura de la empresa, atraemos talento y creamos un entorno de trabajo seguro para los colaboradores.

Historia

En 1997 dos familias deciden ingresar al negocio del arroz haciendo el recojo de las cáscaras en la zona productora de san Martín para luego ser llevadas a procesar en los molinos de Chiclayo usando el servicio de maquila.

En el 2000 decidieron implementar un molino pequeño usando su experiencia del acopio y la comercialización.

En el 2003 logran ser la planta industrial de arroz con la tecnología más avanzada que existe en ese momento, logrando dar un paso más halla en la industria arroceras gracias a ello consiguieron una gran cantidad de ventas, más clientes, calidad en sus productos y mejor relación con los agricultores.

En el 2013 comienza la construcción de su tercera planta industrial de arroz en San Martín, de esa manera puede recoger el acopio en ese mismo lugar y enviar el arroz como producto final a todo el Perú, su capacidad de producción en ese año es de 120,000 toneladas de arroz.

Gracias a su crecimiento sostenido sus inversores han podido diversificar, ahora cuentan con una empresa ladrillera Cerámicas, empresa de transporte de carga y una empresa constructora e inmobiliaria.

Normas

Las actividades de producción y operatividad son reguladas al seguir los siguientes documentos de gestión: PLAN DE SSO, MOF, RIT.

Organigrama

En lo consecutivo, se muestra el detalle del organigrama de la compañía estudiada.

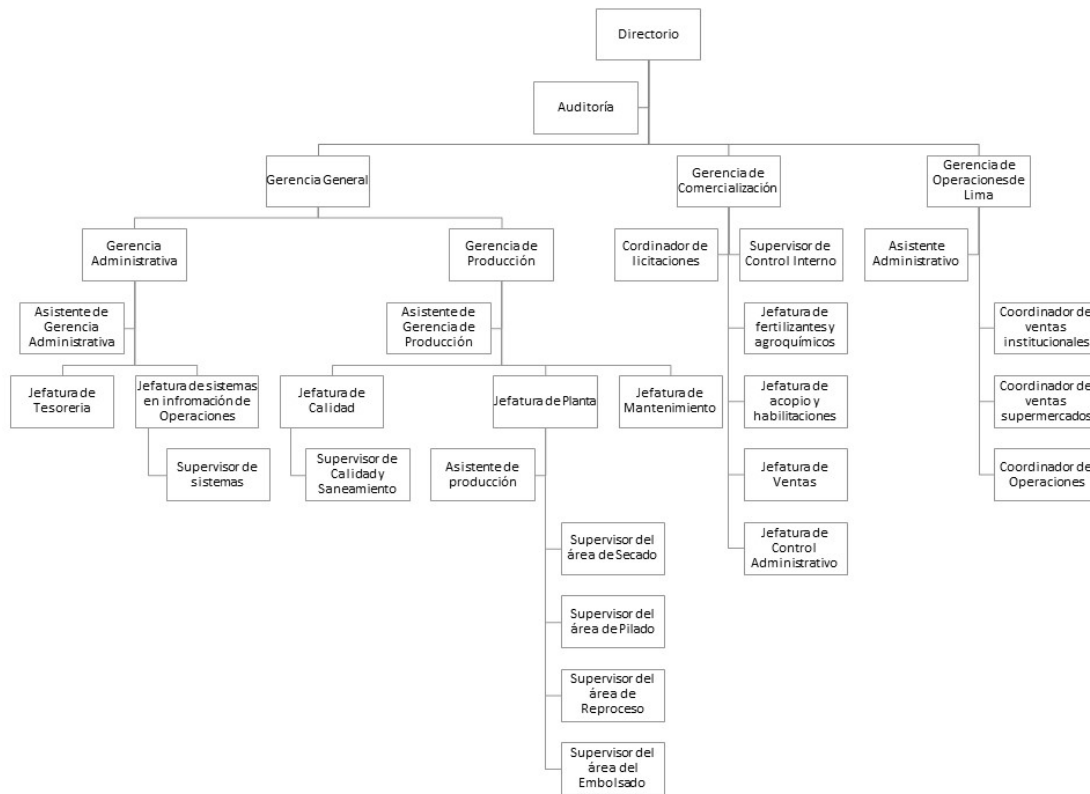


Figura 2. Organigrama general de la empresa molinera.

3.1.1.2. Descripción del proceso productivo

Departamento de compras. Es el que realiza el requerimiento de materia prima de acuerdo al pronóstico de ventas determinado, así como el cumplimiento de pedidos solicitados. Esta actividad es considerada durante la adquisición de sacos, bolsas, granos y demás materiales o insumos intervinientes en el proceso productivo.

Departamento de calidad. Es el que lleva a cabo la inspección con la finalidad de cumplir con los estándares y normativa vigente asociados para cada producto elaborado, garantizando de esta manera productos de calidad y que los consumidores tengan una correcta experiencia de consumo.

Departamento de almacenamiento. Esta actividad integra las tareas que se inician con la recepción de la materia prima, continuando con el secado y enfriado para posterior a ello

enviar a producción. Una vez culminado el proceso productivo, se procede a embolsar y codificar las unidades productivas generadas para su posterior almacenamiento.

Departamento de ventas. Actividad que incluye las tareas de la parte comercial, siendo relevantes para la misma, debido a que garantizan la correcta gestión documental vinculada a las órdenes generadas para las ventas realizadas a la cartera de clientes que maneja el molino.

Departamento de contabilidad. Esta actividad incluye las tareas financieras (pagos, cobranzas, depósitos y reportes), relevantes garantizando estabilidad financiera y económica del molino; también en beneficio de los colaboradores del mismo.

Departamento de distribución. Integra tareas específicas vinculadas a la carga, traslado y destino de las unidades productivas fabricadas; de acuerdo a los protocolos especificados por el molino en atención del cuidado y preservación de los productos, así como el cuidado de la integridad de los colaboradores.

3.1.1.2.1. Proceso de producción de arroz

Primero se pasa a almacenar la materia prima siendo arroz cascara con humedad que tenga menos de 14%, luego pasa a ser transportada desde la recepción al área de limpieza donde se eliminan las impurezas como las pajas, polvo y otros residuos.

El arroz limpio pasa al despedregado donde se eliminan las piedras y objetos pesados encontrados en el arroz, sin residuos o piedras el arroz pasa a la descascaradora donde se retira la cascara del grano de arroz, se realiza una inspección de calidad para asegurarse que se haya eliminado la cascara correctamente.

Se realiza una separación adicional en la mesa paddy y se usa la separación gravimétrica para los granos que están mal formados, se pasa a la pulidora para que con la fricción se eliminan capas externas de esta forma se obtiene un grano brillante y limpio, se pasa a realizar inspección de calidad para verificar que los granos pasen los estándares requeridos.

Se realiza una limpieza donde se mejora la apariencia y se eliminan los residuos que quedan, pasa a transportarse a la maquina clasificadora donde pasan a ser separados por tamaño y calidad, se realiza otra selección adicional donde se eliminan los granos que están defectuosos y se eligen para empacar los que están en mejor condición.

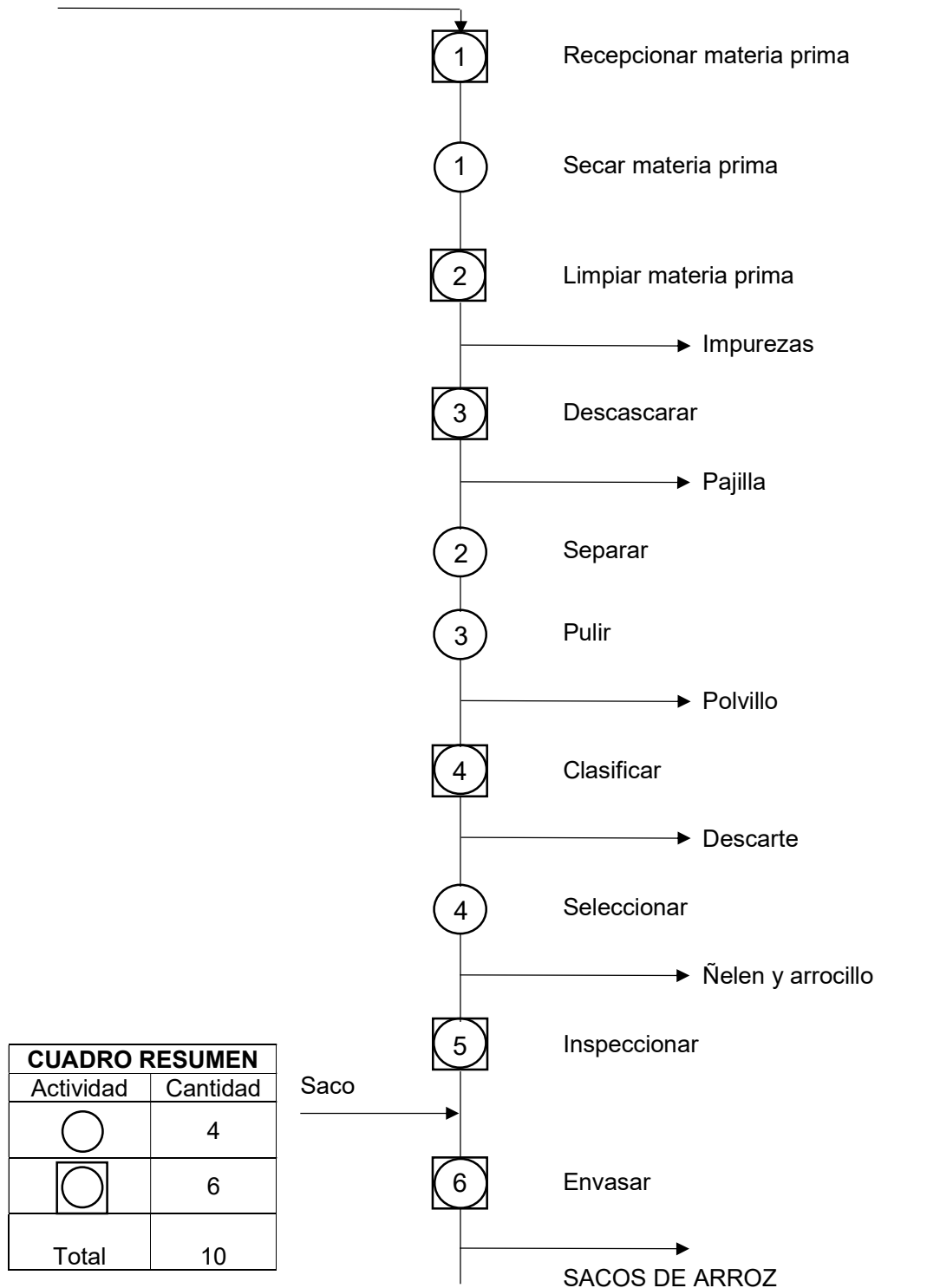
Una última inspección de calidad, se verifica que el arroz este cumpliendo los niveles de calidad de la empresa, el arroz inspeccionado pasa a una clasificadora para la uniformidad del producto final, se transporta a las tolvas donde se considera como producto terminado, se envasa los productos de acuerdo a requerimiento de los sacos como el de 50 kg, una vez envasados pasa al aérea de almacenado para la pronta recepción de los clientes.

En lo consecutivo, se muestran el diagrama de operaciones del proceso y el diagrama de análisis del proceso del proceso productivo antes detallado.

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ARROZ

EMPRESA: Empresa del sector molinero
REALIZADO POR: Quiroz Montenegro Max y Quispe Mesta Danna

ARROZ PADDY



CUADRO RESUMEN	
Actividad	Cantidad
○	4
◻	6
Total	10

Figura 3. Diagrama de operaciones del proceso de producción de arroz

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE OPERACIONES		Resumen				
		Actividad		Cantidad		
PRODUCCIÓN DE ARROZ		Operación	○	9		
		Inspección	□	3		
		Transporte	➔	3		
		Almacenado	▽	1		
Objetivo:	Describir el diagrama de análisis de operaciones	Transporte	➔	3		
Proceso:	Productivo	Almacenado	▽	1		
Descripción:	Todo el proceso de producción	Combinada	◻	4		
		TOTAL		20		
N	Descripción general de actividades	SIMBOLOS				
		○	➔	□	◻	▽
1	Recibir materia prima	●				
2	Apilar sacos	●				
3	Trasladar a secado		●			
4	Secar			●		
5	Tender manto	●				
6	Vaciar y esparcir arroz	●				
7	Surcar	●				
8	Inspeccionar porcentaje de humedad				●	
9	Llenar sacos	●				
10	Trasladar sacos a tolva		●			
11	Ubicar en tolva	●				
12	Limpiar	●				
13	Descascarar			●		
14	Separar				●	
15	Pulir	●				
16	Clasificar				●	
17	Seleccionar			●		
18	Envasar				●	
19	Trasladar sacos		●			
20	Almacenar					●

Figura 4. Diagrama de análisis de procesos de la producción de arroz

3.1.1.3. Análisis de la problemática

3.1.1.3.1. Resultados de la aplicación de Instrumentos

Resultados de la guía de observación

El primer instrumento que usamos es la observación siendo la más directa ya que se aplica al momento, el área a aplicar fue la de mantenimiento donde pudimos darnos cuenta de las falencias principalmente por la falta de orden y la falta de un mantenimiento preventivo. La aplicación del TPM y el layout serán muy significativas para la distribución de responsabilidades como también el buen mantenimiento preventivo que es necesario.

De acuerdo a lo observado pudimos confirmar que es necesaria una mejor distribución con respecto a los tiempos de limpieza para que se mantengan esas áreas limpias y ordenadas. Es requerido un mantenimiento preventivo para evitar que las máquinas fallen y causen paradas más rápido, al aplicar este mantenimiento podemos darles más tiempo útil a las máquinas.

Es necesario llevar un registro de todos los fallos de maquinaria que acontecen en la empresa para poder implementar un plan que reduzca estos inconvenientes, se podría deducir cual es la máquina que más falla como también las que son más recurrentes a fallar. Una programación es importante para el correcto orden y una mejor distribución en el reparto de actividades, junto con el orden en el área de mantenimiento para que se les facilite encontrar las cosas como un buen ambiente de trabajo que es responsabilidad de los trabajadores.

La supervisión debe ser constante al momento de realizar sus actividades, puesto que, pueden ser tareas importantes como también actividades de riesgo que requieren supervisión de seguridad.

Resultados de la entrevista aplicada al jefe del departamento de mantenimiento

La segunda herramienta utilizada fue la entrevista al jefe del área de mantenimiento donde pudimos entender que la metodología que desconoce es el TPM siendo éste muy importante para ayudar al sostenimiento y control de las máquinas, dando beneficios al departamento. Es necesario aplicar una metodología preventiva para que las máquinas

tengan una revisión antes de que ocurra un problema y no al momento del fallo, de esta forma se evitan pérdida de tiempo en la reparación.

La programación debe aplicarse con antelación para una mejor resolución de problemas, de esa forma los colaboradores se encuentran desarrollando sus actividades más rápido y al momento de terminar ya saben cuál actividad sigue. La supervisión debe ser constante al momento de que los trabajadores realizan mantenimiento, pero al no haber mucho personal para cumplir esta función el supervisor solo puede estar poco tiempo en el lugar donde se hace la actividad, puesto que, debe cumplir otras actividades.

Es necesario un mejor control con respecto a los repuestos que son utilizados para realizar el mantenimiento, los equipos no tienen buena disponibilidad por esta falta.

Resultados de la encuesta al personal de mantenimiento

La finalidad del cuestionario aplicado al personal de mantenimiento persiguió determinar la realidad en cuanto a la gestión de mantenimiento presente y en que afecta la eficiencia global de los equipos en la empresa. El detalle del mismo se encuentra disponible en el Anexo C.

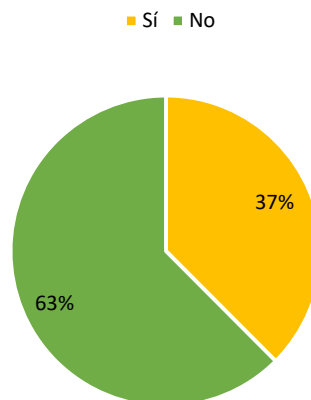


Figura 5. ¿Existe alguna metodología específica de apoyo a la gestión de mantenimiento dentro de la empresa?

En la figura 5 se puede asumir que los trabajadores no tienen un conocimiento de la metodología que se usa para apoyar en su labor, ellos no cuentan con la capacitación que es requerida para realizar la reparación de manera más eficiente, dando por resultado que no se repare la máquina en el tiempo esperado.

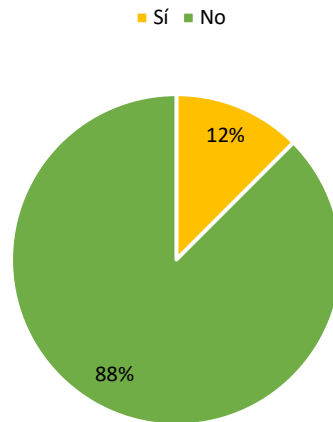


Figura 6. ¿Dispone de alguna programación para el desarrollo de sus labores de mantenimiento en forma cotidiana?

Tal y como se muestra en la figura 6, Si bien es cierto es necesario una programación para los trabajadores de esa forma se pueden prevenir los fallos en las máquinas, está prevista en el momento que falla una máquina recién se hace un llamado al de mantenimiento. En la tesis [25] se comenta que la programación asigna los trabajos a realizar en un momento específico.

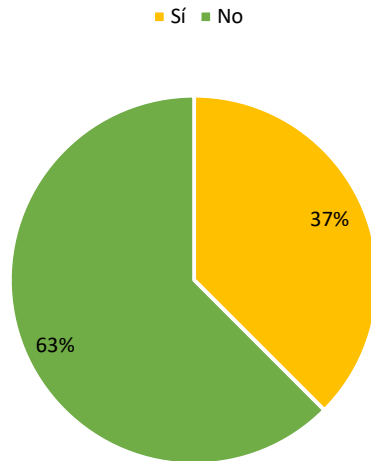


Figura 7. ¿La disponibilidad de equipos de la empresa es la esperada?

Con respecto a la disponibilidad de los equipos, tal y como se muestra en la figura 7 se observa este resultado por el mal estado en el que se encuentran algunas de las máquinas dando una baja respuesta al momento de requerirse. La tesis [26] nos dice que la disponibilidad es la probabilidad en el tiempo de que un equipo funcione cuando sea requerido.

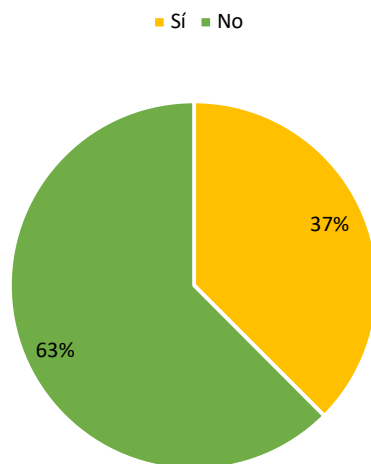


Figura 8. ¿El rendimiento de los equipos, considera que es el adecuado?

Con respecto al rendimiento de los equipos, tal y como muestra la figura 8, destacar que 5 colaboradores (63%) de 8 encuestados manifiestan que el rendimiento no es el correcto, puesto que, con el uso continuo, las máquinas experimentan desgaste en sus componentes lo cual afecta su funcionamiento y reduce su eficiencia con el tiempo; el mantenimiento es el inadecuado, el personal encargado no está debidamente capacitado o no comprende su funcionamiento adecuadamente y las limitaciones técnicas en cuanto a su diseño y capacidad. Es por ello importante realizar un mantenimiento, brindar capacitación adecuada y tomar medidas para minimizar los factores que puedan afectar el rendimiento de los equipos.

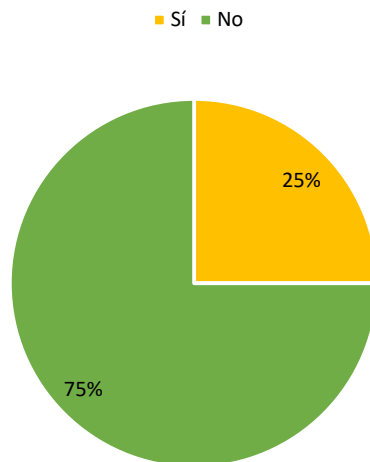


Figura 9. ¿Considera que la calidad del servicio prestado por el área de mantenimiento es la adecuada?

Tal y como muestra la figura 9, destacar que 6 colaboradores (75%) consideran que la calidad del servicio prestado por el área del mantenimiento no es el adecuado, debido a que no se implementan sistemas de seguimiento y control como: el registro de actividades, el seguimiento de tiempo de inactividad, el análisis de datos de rendimiento y la identificación de áreas de mejora. No optimizan la planificación y programación de las actividades, no

asegurándose de que los recursos necesarios, como personal, herramientas y repuestos, no estén disponibles en el momento para minimizar retrasos y la interrupción de la producción.

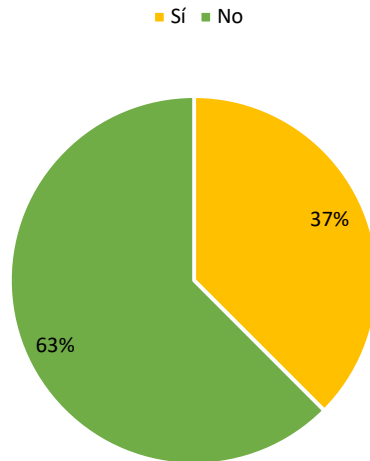


Figura 10. ¿Al momento de realizar sus labores de mantenimiento, dispone de los recursos necesarios para tal propósito?

Con respecto a la disposición de recursos necesarios, tal y como muestra la figura 10, destacar que 5 colaboradores (75%) manifiestan que no se mantiene un inventario adecuado de repuestos y suministros necesarios para el mantenimiento de los equipos, lo cual genera retrasos en las reparaciones esto es porque no se ha realizado una planificación adecuada para el mantenimiento y los recursos requeridos por lo que el área no cuenta con lo necesario para llevar a cabo sus tareas de manera eficiente.

3.1.1.3.2. Herramientas de diagnóstico

De manera continuada y con la finalidad de identificar la problemática específica presentada en el departamento de estudio, fue ocupado el diagrama de Ishikawa; el cual detalla los principales aspectos que impactan de manera negativa sobre la eficiencia global de los equipos de la empresa y que es objeto del estudio.



Figura 11. Diagrama Ishikawa

A continuación, se detallará el análisis de tiempos asociado a la maquinaria de producción que forma parte del área de estudio de la compañía molinera, buscando precisar el tiempo que se genera por las paradas por averías y la frecuencia asociada. Basados en esta información, permitirá precisar las máquinas más críticas, en función al tiempo de paradas por averías y la frecuencia de acontecimiento. Para lo cual, fue utilizado el diagrama de Pareto como herramienta en la determinación de las máquinas más importantes para la aplicación del mantenimiento preventivo incluido como parte de la solución planteada.

Seguido, las figuras 12 y 13 precisan el análisis de las cantidades de averías y tiempo asociado; ello, en relación a la maquinaria incluida en el presente estudio.

N°	MÁQUINA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
1	Cintas transportadoras	1									1			2
2	Dosificador de giro continuo				1	1								2
3	Elevador de 10t x 12 m		1						1					2
4	Embolsadora			1			1	1		1		1	1	6
5	Enfardadora	1						1	1			1	1	5
6	Silos de almacenamiento		1								1			2
7	Tolvas				1			1					1	3
8	Zaranda limpiadora		1				1	1	1		1		1	6
TOTAL:		2	3	1	2	1	2	4	3	1	3	2	4	28

Figura 12. Detalle de la cantidad de paradas por averías asociado a la maquinaria

N°	MÁQUINA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
1	Cintas transportadoras	1.39									1.18			2.57
2	Dosificador de giro continuo				1.22	1.19								2.41
3	Elevador de 10t x 12 m		1.47						1.09					2.56
4	Embolsadora			1.16			2.52	1.28		2.44		1.09	3.48	11.97
5	Enfardadora	1.43						3.49	1.21			3.41	1.27	10.81
6	Silos de almacenamiento		1.05								1.38			2.43
7	Tolvas				3.32			1.45					2.19	6.96
8	Zaranda limpiadora		1.45				1.33	3.11	1.25		1.43		1.22	9.79
TOTAL:		2.82	3.97	1.16	4.54	1.19	3.85	9.33	3.55	2.44	3.99	4.5	8.16	49.5

Figura 13. Detalle del tiempo asociado a las paradas por averías de la maquinaria

N°	MÁQUINA	TIEMPO PARADAS POR AVERÍAS	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	CLASIFICACIÓN
1	Embolsadora	11.97	24	24	A
2	Enfardadora	10.81	22	46	
3	Zaranda limpiadora	9.79	20	66	
4	Tolvas	6.96	14	80	
5	Cintas transportadoras	2.57	5	85	B
6	Elevador de 10t x 12 m	2.56	5	90	
7	Silos de almacenamiento	2.43	5	95	C
8	Dosificador de giro continuo	2.41	5	100	
TOTAL		49.5	100.00%		

Figura 14. Análisis del tiempo de paradas por averías con el método ABC

Mediante el análisis basado en el método ABC, fue posible llevar a cabo la clasificación de las tres categorías específicas; siendo importante mencionar que, la categoría A incluyó las siguientes máquinas: embolsadora, enfardadora, zaranda limpiadora y finalmente las tolvas; estableciendo de esta forma las máquinas que presentan mayor tiempo de paradas por averías. En cambio, las categorías B y C presentan menor tiempo de paradas por averías; requiriendo menor atención prioritaria. A continuación, la figura 15 muestra el detalle del diagrama de Pareto para el análisis realizado.

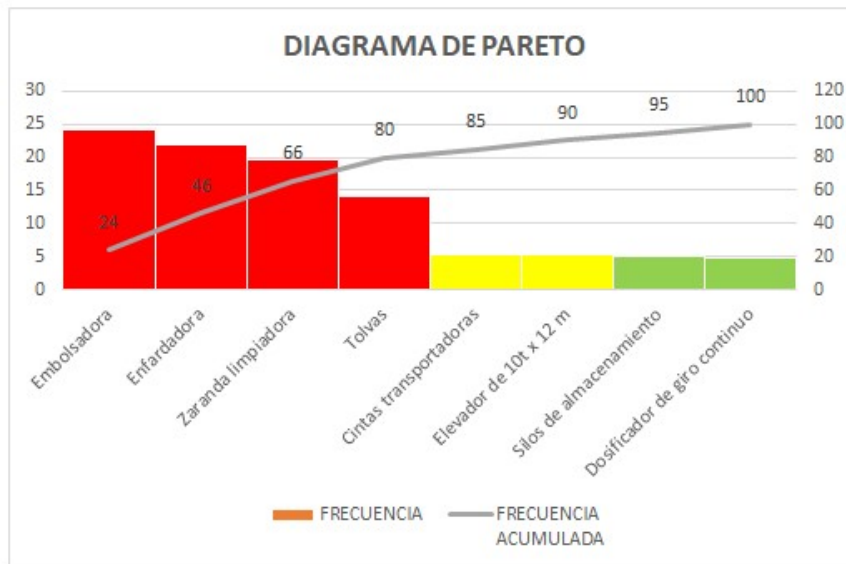


Figura 15. Diagrama de Pareto de las paradas por averías

Considerando los resultados que fueron obtenidos luego de la aplicación de la herramienta de diagnóstico (diagrama de Pareto), fue posible advertir la prioridad de focalizar la solución desarrollada para la maquinaria considerada en la clasificación de tipo A; debido a que, en suma, representa el 80.00% de la totalidad de máquinas consideradas en el presente estudio.

3.1.1.4. Situación actual de la eficiencia global de los equipos

En el desarrollo del presente apartado, se calculó la eficiencia de la empresa, en función del OEE, con ello es posible saber cuál es la capacidad real para producir sin defectos, la disponibilidad de los equipos y el rendimiento del proceso. Corrales et al. [27] definió esos tres aspectos de la siguiente manera: disponibilidad, ¿La máquina está funcionando o no?; rendimiento, ¿Qué tan rápido está funcionando la máquina?; y calidad, ¿Cuántos productos cumplieron con los requisitos? Es importante recalcar que se obtienen los resultados según los datos proporcionados por la empresa en el periodo 2022.

$$OEE = (D) \text{ Disponibilidad } x (R) \text{ Rendimiento } x (Q) \text{ Calidad}$$

Estos tres datos son calculados de la siguiente manera:

a) Cálculo de la disponibilidad actual

La disponibilidad mide las pérdidas por tiempo de inactividad debido a averías o configuración/ajustes.

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

Cálculo del tiempo operativo

Se calcula el presente indicador, teniendo en consideración, el periodo 2022 con un horario de trabajo de lunes a sábado con ocho horas laborales y tomando en cuenta feriados y días no laborales.

$$\text{Tiempo Operativo} = (\text{Tiempo Total de Trabajo} - \text{Paros/Falla/mantenimiento})$$

Tabla 3. Tiempo operativo del periodo 2022

PERIODO – 2022												
TIEMPO TOTAL DE TRABAJO EN HORAS POR MES (PLANIFICADO)												
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIC.	Total de tiempo Planificado
208	192	216	184	200	192	216	216	208	208	208	200	2448
PARADAS POR: AVERÍAS - MANTENIMIENTO (MUERTOS)												
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIC.	Total de tiempo Muerto
41.95	48.2	38.2	41.15	42.8	44.31	38.05	28.35	34.05	34.59	27.75	37	456.4

$$\text{Tiempo Operativo o Productivo} = \text{Tiempo Planificado o disponible} - \text{Tiempo Muerto}$$

$$\text{Tiempo Operativo} = 2\,448(h) - 456.74(h)$$

$$\text{Tiempo Operativo} = 1991.26(h)$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Planificado}}$$

$$\text{Disponibilidad (\%)} = \frac{\text{Tiempo Planificado} - \text{Tiempo Muerto}}{\text{Tiempo Planificado}} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad (\%)} = \frac{2\,448(h) - 456.74(h)}{2448(h)} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad (\%)} = 81.342\%$$

$$\text{Disponibilidad} = 0.8134$$

b) Cálculo del rendimiento actual

El rendimiento mide las pérdidas de velocidad debidas a paros menores y velocidad reducida. Para calcular el presente indicador, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Unidades que se debieron producir}}$$

Tabla 4. Productividad mensual durante el año 2022

Mes	Cantidad de sacos de 50 kg producidos	Unidades que se debieron producir
Ene-22	30277	34500
Feb-22	31889	34500
Mar-22	30146	34500
Abr-22	29533	34500
May-22	25525	34500
Jun-22	29412	34500
Jul-22	26505	34500
Ago-22	28437	34500
Set-22	27301	34500
Oct-22	31370	34500
Nov-22	29961	34500
Dic-22	27251	34500
Suma	347607	414000

Fuente: Molinera

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{347607(\text{unidades})}{414000(\text{unidades})} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 0.839 * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 84\%$$

c) Cálculo de la calidad actual

La calidad mide las pérdidas por defectos debido a defectos del proceso o reducción del rendimiento.

$$\text{Calidad (Q)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de unidad conformes}}{\text{N}^\circ \text{ de unidades totales}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{322926 \text{ (unidades)}}{347607 \text{ (unidades)}}$$

$$\text{Calidad} = 0.929$$

$$\text{Calidad(\%)} = 93\%$$

Para calcular el OEE se debe multiplicar los tres indicadores anteriormente mencionados de la siguiente manera:

$$\text{OEE} = (D) \text{ Disponibilidad} \times (R) \text{ Rendimiento} \times (Q) \text{ Calidad}$$

$$\text{OEE} = 0.81 \times 0.84 \times 0.93$$

$$\text{OEE} = 0.6328$$

Interpretación: Un OEE de 63.28% significa que, de cada 100 equipos de la empresa Molinera, que se le brinda mantenimiento, a 63 equipos se les brindó eficientemente un mantenimiento preventivo, mientras tanto los otros 37 equipos dependen de un mantenimiento correctivo.

3.1.2. Propuesta de investigación

3.1.2.1. Fundamentación

La metodología TPM tiene como finalidad el uso del mantenimiento preventivo donde la máquina es revisada y arreglada si es que tiene un problema antes de que ese problema

afecte en mayores proporciones, dando paradas a la máquina, el rompimiento de alguna pieza, se evitan grandes pérdidas económicas. En la tesis [26] la aplicación del TPM ayuda en la extracción de más cantidad de jugo de caña, después de hacer el mantenimiento mensual esto se ve favorable en la mejora de la productividad. El Layout nos ayuda en una mejor distribución de las maquinas lo que reducirá tiempos y aumentará la producción. La ERP open source ayuda en las operaciones para realizarlas de manera más eficiente, se puede tener un mejor control con respecto a los repuestos que se necesitan para no tener que esperar que la pieza se rompa y recién hacer el pedido esos días perdidos se evitan aumentando la producción y reduciendo perdidas.

3.1.2.2. Objetivos de la propuesta

- Garantizar una inspección antes del uso de cada máquina.
- Crear e implementar un procedimiento de mantenimiento preventivo.
- Estandarizar el buen estado de las máquinas y el área de trabajo.

3.1.2.3. Desarrollo de la propuesta

Propuesta 1. TPM

Primera etapa: Preparación

- Decisión de la información de TPM

Para el uso del TPM es necesario informar a los trabajadores, lo cual se hará con el siguiente documento.

Gerente General

MEMORANDO CIRCULAR

PARA : OPERARIOS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO PRODUCTIVO
TRABAJADORES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

ASUNTO : IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA TPM

FECHA : Chiclayo, 14 de enero del 2023

Mediante este Memorando se da a conocer la implementación de la metodología del TPM que se dará en la empresa y que los trabajadores involucrados deben ser cooperativos hacia estos cambios.

Se informa que el TPM es una metodología que ayuda con la disponibilidad en las máquinas y lograr tener menos averías o paradas usando datos históricos de la empresa. Uno de los principales aportes que dará es la del mantenimiento productivo total que brinda un control a las máquinas al momento de usarlas. Esto será de gran ayuda para la empresa que no cuenta con una correcta metodología que apoye en el área de mantenimiento.

Por lo tanto, solicito que usted nos brinde su colaboración para la correcta implementación, más información se brindará antes del 20 de este mes.

Atentamente,

Gerente General

- Constitución del comité TPM

Para crear el comité del TPM se debe elegir a la persona que tenga más tiempo disponible y que este mas relacionada con el departamento de mantenimiento, esta persona debe ser experto y será responsable de implementar esta metodología, puede ser el jefe de algún departamento y tendrá la opción de elegir a sus equipos de cada área.

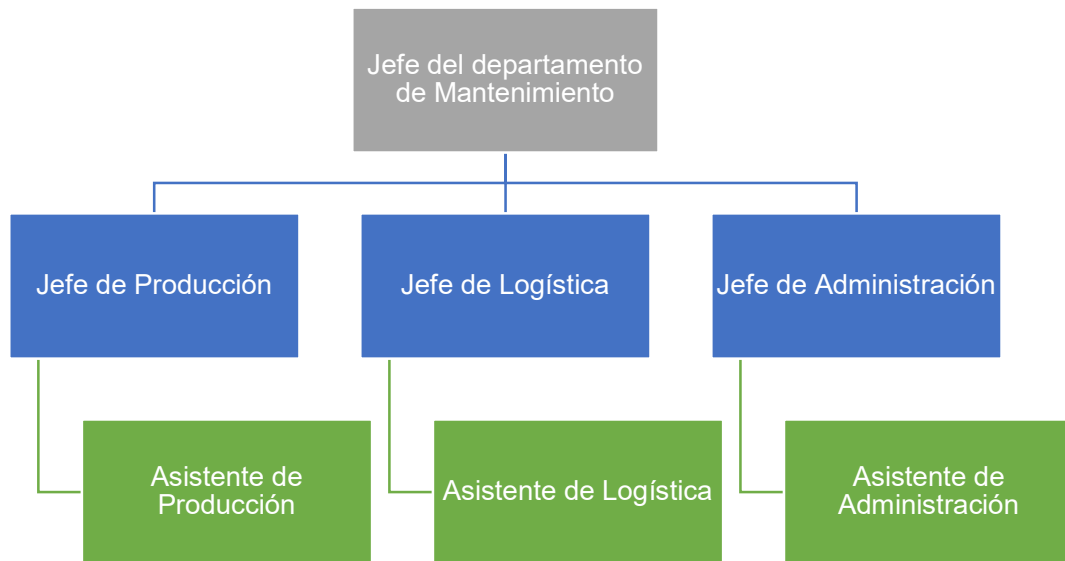


Figura 16. Organigrama del comité del TPM

Jefe del área de Mantenimiento: Ingeniero Mecánico Eléctrico, 4 años de experiencia en procesos de manufactura.

Jefe del área de Producción: Ingeniero Industrial, 5 años de experiencia en rubro de molinos.

Jefe del área de Logística: Ingeniero Industrial, 5 años en el área de logística.

Jefe del área de Administración: Licenciado en Administración, 6 años en área administrativa.

Asistente de Producción: Ingeniero industrial, 2 años en el área de producción.

Asistente de Logística: Ingeniero industrial, 3 años en el rubro de manufactura.

Asistente de Administración: Bachiller en Administración, 3 años en el rubro de manufactura.

- Misión y Visión del comité TPM

MISIÓN

El comité TPM tiene como misión el promover, capacitar y brindar seguridad en la implementación de la metodología TPM asegurando que todos los involucrados participen de forma activa y responsable.

VISIÓN

El comité TPM tiene como visión para el 2027 tener éxito en la implementación del TPM con responsabilidad y siempre buscando las mejoras constantes que ayuden a la empresa a ser competitiva y mantener una buena posición en el mercado.

- Elaboración de propuesta del TPM

Primero intervienen las áreas comprometidas para maximizar la efectividad de los equipos, se realiza de manera organizada en las máquinas que se usan y participan en la producción. La gerencia se compromete a la participación y ofrece lo necesario para futuras capacitaciones al personal.

Luego es la participación del operario en el mantenimiento autónomo, cuida la máquina manteniéndola libre de suciedad y verificando que este en buen estado antes de usarla, tiene un amplio conocimiento de cómo funciona y como hacer las reparaciones más básicas.

El mantenimiento planeado nos ayuda a resolver los problemas mediante la mejora, la prevención y predicción. Al aplicarlo se tiene que tener una programación a seguir con los participantes como también un control de la cantidad de veces que se le da a la máquina.

El mantenimiento que se aplica es en base a la calidad de los productos, se usa un control a las condiciones del equipo el cual afecta de manera directa al producto. Normalmente se entiende que las máquinas producen fallas cuando se malogran o se paran,

pero también existe la falla por pequeños cambios en el funcionamiento del equipo que afecta al producto final, por lo tanto, el mantenimiento de calidad tiene como objetivo el cuidado del producto final.

En la prevención se tiene como objetivo evitar las averías y reparación requerida aplicando mejoras al momento de diseñar y colocar los equipos, es necesario tener un conocimiento de la máquina para conocer cuáles son las mayores probabilidades de una avería, estos le dan fiabilidad a la máquina.

Las áreas administrativas deben dar el apoyo a la implementación del TPM como también estar informadas de la importancia de su aplicación, debido a su ayuda el proceso será eficiente y reducirá costos. La forma de apoyo que más beneficia es la información que pueden proporcionar.

La experiencia de los operarios es necesaria para el correcto funcionamiento del proceso, deben entender el equipo y tener habilidades para detectar los problemas con el criterio de repararlo antes de que afecte de manera directa al producto.

Aplicando el TPM nos aseguramos que se cumplan los reglamentos y estándares para mejorar la productividad, al momento de realizar cualquier reparación es necesaria seguir los procedimientos de seguridad que aseguren al operario o personal de mantenimiento.

ATS	Versión: 01
	Inicio de Vigencia 04/08/2023
	Página:1

Tipo De Trabajo	Dado por	Experiencia en la máquina
Rutinario <input type="checkbox"/>	Operario <input type="checkbox"/> Mantenimiento <input type="checkbox"/>	Menos de 1 año <input type="checkbox"/>
Altura <input type="checkbox"/>		Más de 1 año <input type="checkbox"/>
Eléctrico <input type="checkbox"/>		Sin experiencia <input type="checkbox"/>

Nombre	DNI
--------	-----

Marca con una X la casilla correspondiente

Preguntas para quien realice el trabajo	SI	NO
¿Cuenta con los equipos de protección requeridos para esa actividad?		
¿El ambiente de la actividad está libre de obstáculos?		
¿Recibió la capacitación sobre esta actividad a realizar?		
¿Conoce los pasos para realizar su trabajo?		
¿Realiza con frecuencia esta actividad?		
¿Es un trabajo previamente programado?		
¿Cuenta con las herramientas necesarias para su trabajo?		
¿Todas las herramientas se encuentran en buen estado?		

SUPERVISOR

FIRMA

Segunda etapa: Implantación Preliminar

- Mejoramiento focalizado para la mejora del OEE

- Identificar centros críticos
- Mejora para el OEE

Disponibilidad

Se ve afectado por las paradas que se van produciendo por causas como averías, al momento de poner en marcha la máquina. Podemos identificarlas mediante un seguimiento que se les da a las máquinas, usando relojes y tiempos predeterminados.

Tabla 5. Horas de producción semanal

Esperadas	Reales
52	41.51

Rendimiento

Es la capacidad real que se estima a producir afectado por pequeñas paradas, lo determinamos por medio de una programación de producción y por los productos que se hacen al día.

Tabla 6. Producción semanal en unidades

Esperadas	Reales
8625	7570

Calidad

Son los productos que cumplen con los estándares de calidad, son vistos mayormente en la embolsadora como el producto terminado y los productos rechazados son almacenados.

Tabla 7. Producción semanal aceptada

Aceptadas	Rechazadas
80732	6171

- Refuerzo de las 5S

Para una correcta función e implementación de las 5s debemos comenzar con la capacitación de los trabajadores para que conozcan la importancia de lo que van a implementar.

CAPACITACIÓN A LOS TRABAJADORES	Versión: 01
	Inicio de Vigencia 04/08/2023
	N° de registro:1

TIPO	Dado por	Sobre
Charla <input type="checkbox"/>	Trabajador <input type="checkbox"/>	Producción <input type="checkbox"/>
Inducción hombre nuevo <input type="checkbox"/>	Externo <input type="checkbox"/>	Mantenimiento <input type="checkbox"/>
Inducción puesto nuevo <input type="checkbox"/>	Especialista <input type="checkbox"/>	SST <input type="checkbox"/>

Contenido:	Duración:
	Fecha:
Capacitador	Cargo
	Firma

Asistencia de Capacitación

N°	Nombre	Área	DNI	Firma
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				

RESPONSABLE

FIRMA

- Clasificación

Clasificar las herramientas es necesario para saber cuáles pertenecen a esa área de trabajo, se coloca una cinta de un color específico para reconocer las herramientas y tener un control de la cantidad que tenemos.

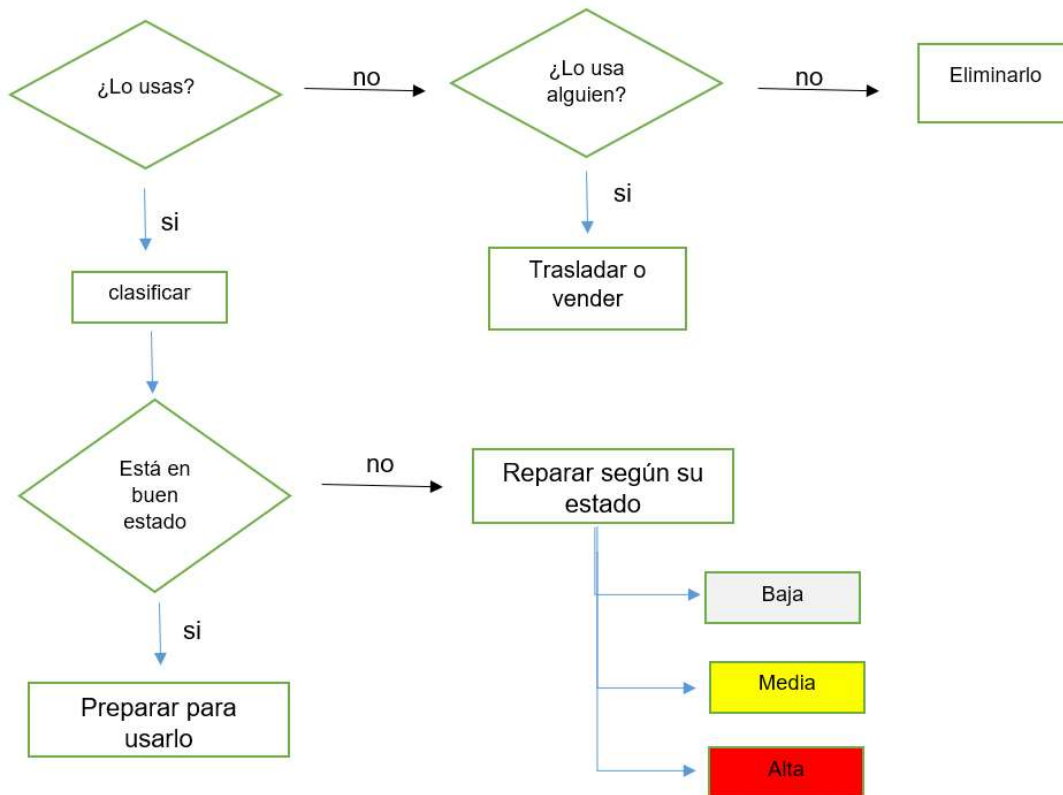


Figura 17. Procedimiento de clasificación

Ordenar

Se colocan las cosas en su lugar correspondiente de acuerdo al color de su cinta, y el uso de esa herramienta en dicha área.

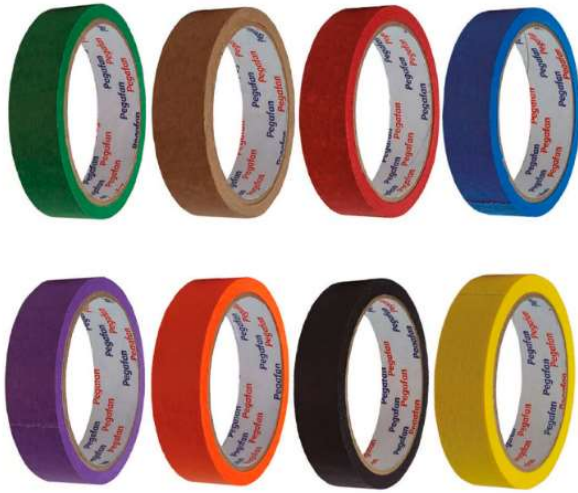


Figura 18. Cintas adhesivas para las herramientas

Se debe:

1. Seleccionar el color de cinta que deben tener las herramientas:

- Cinta verde para herramientas de la embolsadora.
- Cinta amarilla para herramientas de la selectora.
- Cinta roja para herramientas de la enfardadora.

2. Señalizar el área donde deben estar las herramientas.

3. Establecer modos de traslado de herramientas y almacenar usando una caja de herramientas.



Figura 19. Caja para trasladar herramientas

Limpieza

La limpieza se aplicó gracias a una programación que facilitó el trabajo, esto ayuda a repartir las responsabilidades y lo que se debe hacer, no solo beneficia a la máquina sino al ambiente en el que se encuentra el operador.

INFORME 02

SE LE INFORMA AL PERSONAL QUE LA LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO SE REALIZARÁ POR LOS OPERARIOS DE TURNO, EN LOS SIGUIENTES HORARIOS:

TURNO A : 12:00 P.M.

TURNO B : 08:00 P.M.

TURNO C : 04:00 A.M

Att. Gerente General

Estandarización

Se crean condiciones donde las 5s puedan aplicarse de manera adecuada diariamente y como parte de rutina no solo para los operarios sino también para los del área de mantenimiento. Para lograrlo debemos:

1. Asignar al responsable del mantenimiento.
2. Los operarios de las máquinas deben considerar esta actividad como rutina.
3. Revisar periódicamente que se cumplan.

Tabla 8. Cronograma de tareas a realizar para el mes de febrero

Tareas	FEBRERO																													
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Se realizó la inspección del pre-uso																														
Se realizó la inspección de las 5s																														
Se realizó la limpieza diaria																														

Tareas	FEBRERO																													
	16		17		18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Se realizó la inspección del pre- uso																														
Se realizó la inspección de las 5s																														
Se realizó la limpieza diaria																														

Disciplina

Mientras se esté implementando este proceso se debe dar un seguimiento para controlar y mantener una estandarización ya dichos anteriormente. Se debe realizar un formato detallado correctamente para la verificación de su cumplimiento.

- Despliegue del mantenimiento autónomo

Objetivo principal

Se busca comprometer a los trabajadores para que quieran que el TPM sea aplicado, los beneficios que les traerá y la mejora que le dará a la empresa.

Limpieza a nivel preliminar

Se crea un sistema para mantener los equipos en buen estado al realizarles limpieza, al mismo tiempo de la limpieza una inspección.

- Limpiar las máquinas, la libra del polvo que afecta al deterioro acelerado de las máquinas como a problemas de calibración, se puede hacer al mismo tiempo una inspección.

- Se logra identificar problemas antes de que afecten a la máquina y son corregidos correctamente.

- El operador debe tener conocimiento de la máquina para dar reparaciones que son muy comunes.

Prevención de suciedad, polvo y basura acumulada

Se desea tener un entendimiento más profundo sobre la suciedad que se origina en las máquinas y el área de trabajo, principalmente si las máquinas son las que generan la suciedad, el proceso, ambiente o los mismos trabajadores.

Estandarizar la limpieza, inspecciones y lubricación

La estandarización es necesaria para un mejor control de la limpieza, con la ayuda de documentos y tiempos programados se puede tener un buen ambiente de trabajo. La inspección la deben realizar los operarios antes de usar las máquinas, que todo esté conforme para que sea seguro usarlas como también que estén en óptimas condiciones, la lubricación debe ser realizada por los de mantenimiento cuando realicen el mantenimiento preventivo.

Formación de operarios en el mantenimiento autónomo

Deben ser capacitados de la seguridad y el procedimiento al momento de realizar su mantenimiento. Deben saber que el mantenimiento que ellos le dan a la máquina solo es para las fallas fáciles de solucionar, para las averías graves se deben llamar a los de mantenimiento.

Mantenimiento autónomo ejecutado por los operarios

Son los operarios quienes le dan mantenimiento a las fallas más comunes. Los operarios al tener gran conocimiento de las máquinas son ellos los que realizan la mayoría de mantenimiento, fallas o averías que pasan constantemente con la máquina. Realizan una inspección antes de usar la máquina como un pre uso verificando que todo esté conforme.

Pre uso

Nombre _____ Fecha _____ Turno _____

Marca con un X la casilla corespondiente

Tareas	Si	No
Se encuentra la maquina limpia		
Se encuentra la maquina libre de objetos		
Funciona correctamente		

Figura 20. Formato de registro de información del mantenimiento autónomo

- Desarrollo del mantenimiento preventivo

1. Permisos

El permiso de la gerencia es importante para realizar la programación de mantenimiento, se debe realizar con meses de anticipación.

2. Identificación de máquinas



Las máquinas que recibirán el mantenimiento preventivo deben ser las principales con la mayor cantidad de averías y paradas al año, lo cual debe mejorarse.

3. Programación

En la programación debe especificarse la máquina a darle mantenimiento como el día, la tarea y la frecuencia.

Tabla 9. Programa de mantenimiento preventivo

Equipo			Frecuencia	Inicio de programación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Embolsadora	Tareas	Calibración de sensor	Mensual	Dia 3												
		Inspección de mordaza	Mensual	Dia 6												
Dosificador de giro continuo	Tareas	Lubricación del dosificador	Mensual	Dia 9												
		Inspección de Radio	Mensual	Dia 11												
Zaranda limpiadora	Tareas	Calibración	Mensual	Dia 14												
Enfardadora	Tareas	Inspección de bobina film	Mensual	Dia 17												
Elevador de 10t x 12 m	Tareas	Inspección de poleas	Mensual	Dia 20												
Silos de almacenamiento	Tareas	Inspección de silos	Mensual	Dia 23												
Tolvas	Tareas	Calibración	Mensual	Dia 26												
Cintas transportadoras	Tareas	Lubricación de cintas	Mensual	Dia 29												

Leyenda	
	Ejecutado
	Programado

Tercera etapa: Implementación

Programa de mantenimiento preventivo

De acuerdo con las recomendaciones de las diversas fichas técnicas y manuales de las máquinas establecidas, se realizaron las fichas de activo de mantenimiento preventivo para las máquinas mencionadas anteriormente.


Ficha de Activo de Mantenimiento Preventivo

En ellas se muestran todas las actividades de periodicidad, recuperación y conservación de las actividades eléctricas, mecánicas, lubricación, instrumentación y limpieza, a efectuar en cada una de las máquinas.

La programación de las inspecciones periódicas se ejecuta en las máquinas de la planta previa planificación, con el propósito de detectar posibles fallas que pueden provocar paradas inesperadas o daños que perjudiquen a las máquinas.

Estas inspecciones son ejecutadas en cada máquina en intervalos fijos independientemente del estado. La frecuencia de la inspección se clasifica en semanal, mensual y anual.

Tabla 10. Ficha de activos

FICHA DE ACTIVOS		
Datos Generales		Embolsadora
Nombre Técnico		
Marca:	Agility Selgron	
Área de localización:	Área de embolsado	
Costo:		
Serie:		
Modelo:		
Código de maquinaria:		
Ciclo de mantenimiento	Elementos de Mantenimiento	Nombre del responsable
Semanalmente		
Mensualmente		
Anualmente		

A fin de comprobar la ejecución de esta etapa es obligatorio aplicar una inspección con la ayuda del formato de auditoría del mantenimiento autónomo. El detalle de este se encuentra disponible en el anexo H.

Mantenimiento Planeado

Se basa en acciones predictivas y preventivas en el que es indispensable tener base de información, analizar y lograr conocimiento mediante el manejo de datos. Así mismo tener un inventario actualizado de todas las máquinas y de las actividades propias del

mantenimiento siendo responsable de esta información el área de mantenimiento. En la Figura 26 se muestra el formato necesario para lograr el mantenimiento planeado:

Tabla 11. Plan de Mantenimiento Preventivo de máquinas de la empresa molinera

Equipo	Descripción de la actividad	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO						
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Embolsadora	Mantenimiento por unidad	■																										
	Mantenimiento Técnico	■	■				■				■				■				■				■				■	
Dosificador de giro continuo	Mantenimiento por unidad	■																										
	Mantenimiento Técnico	■	■				■				■				■				■				■				■	
Zaranda limpiadora	Mantenimiento por unidad	■																										
	Mantenimiento Técnico	■	■				■				■				■				■				■				■	
Enfardadora	Mantenimiento por unidad	■																										
	Mantenimiento Técnico	■	■				■				■				■				■				■				■	
Elevador de 10t * 12m	Mantenimiento por unidad	■																										
	Mantenimiento Técnico	■	■				■				■				■				■				■				■	
Silos de almacenamiento	Mantenimiento por unidad	■																										
	Mantenimiento Técnico	■	■				■				■				■				■				■				■	
Tolvas	Mantenimiento por unidad	■																										
	Mantenimiento Técnico	■	■				■				■				■				■				■				■	
Cintas transportadoras	Mantenimiento por unidad	■																										
	Mantenimiento Técnico	■	■				■				■				■				■				■				■	

Ficha de Lubricación

La lubricación para todas las máquinas de la planta se realizó considerando: programa para cambio de lubricantes, rutas de lubricación por operarios y lubricación automática. Para las máquinas se preparó formularios en el que se detallan las actividades de lubricación y se asignó a su respectivo equipo con frecuencia, elementos y algunos detalles específicos como el tiempo y cantidad de lubricante, como se aprecia en la Figura 21. Con la finalidad de conservar y prevenir daños en las máquinas generados por la fricción.

FICHA DE LUBRICACIÓN							
FECHA				NOMBRE DE EQUIPO			
SECCIÓN				UBICACIÓN DEL EQUIPO		CODIGO	
Nº	PARTES A LUBRICAR	LUBRICANTE	FRECUENCIA	METODO	TIEMPO	CANTIDAD	RESPONSABLE
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
Observaciones:							

Figura 21. Ficha de lubricación

Tabla 12. Programa de inspecciones y tareas

PROGRAMACIÓN DE INSPECCIÓN Y TAREAS

Empresa: Molinera

AREA DE PRODUCCION

AÑO 2023

MAQUINA: EMBOLSADORA																										
N°	Inspecciones y Tareas	Frecuencia	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo							
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Inspección de funcionamiento	Semanal																								
2	Limpieza superficial	Semanal																								
3																										
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
Fecha de Ejecución																										
Firma del Encargado																										
Frecuencia		Leyenda		Observación																						
S	Semanal	Programado																								
T	Mensual	Ejecutado																								
A	Anual																									

Tabla 13. Niveles de plan de mantenimiento

NIVELES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	ACTIVIDADES
Mantenimiento diario	Diariamente	Realizar niveles y realizar la inspección visual alrededor del equipo.
Mantenimiento rutinario Lubricación y engrase	Intervenciones regulares a lo largo de la vida del equipo	Engrases, cambios de aceite y filtros.
Mantenimiento preventivo Tipo A ajustes y servicios	Semanalmente	Revisiones sistemáticas que tratan de encontrar anomalías no identificadas por el operador.
Mantenimiento preventivo Tipo B ajustes	Mensualmente	Revisiones sistemáticas de partes y accesorios.
Mantenimiento predictivo	Cada 5000 horas	Análisis de aceites.

Propuesta 2. Diseño de Layout

Buscando llevar a cabo la otra parte de la propuesta planteada, fue necesario tomar en consideración la distribución actual presentada en relación al recorrido que sigue de manera completa el proceso de embolsado de arroz.

En ese sentido, posterior al análisis inicial, se pudo identificar una oportunidad de mejora; ya que, una vez realizado el proceso de cosido de sacos, estos eran apilados o almacenados. Después de estos dos procesos detallados, recién se podía disponer de las unidades productivas para poder ser gestionado el proceso de preparación de las órdenes de pedido y ser finalmente almacenados para su despacho respectivo.

Esto sin duda, retrasaba la atención de la programación de despachos, ya que era un proceso lineal en cadena, en donde necesariamente se requería completar todos los procesos previos para poder disponer de las unidades producidas.

Si bien este proceso inicial era un proceso ordenado, limitaba en cierta medida la rapidez del flujo para la preparación de los pedidos; esta realidad fue plasmada en forma gráfica y se muestra en lo consecutivo en la figura 22.

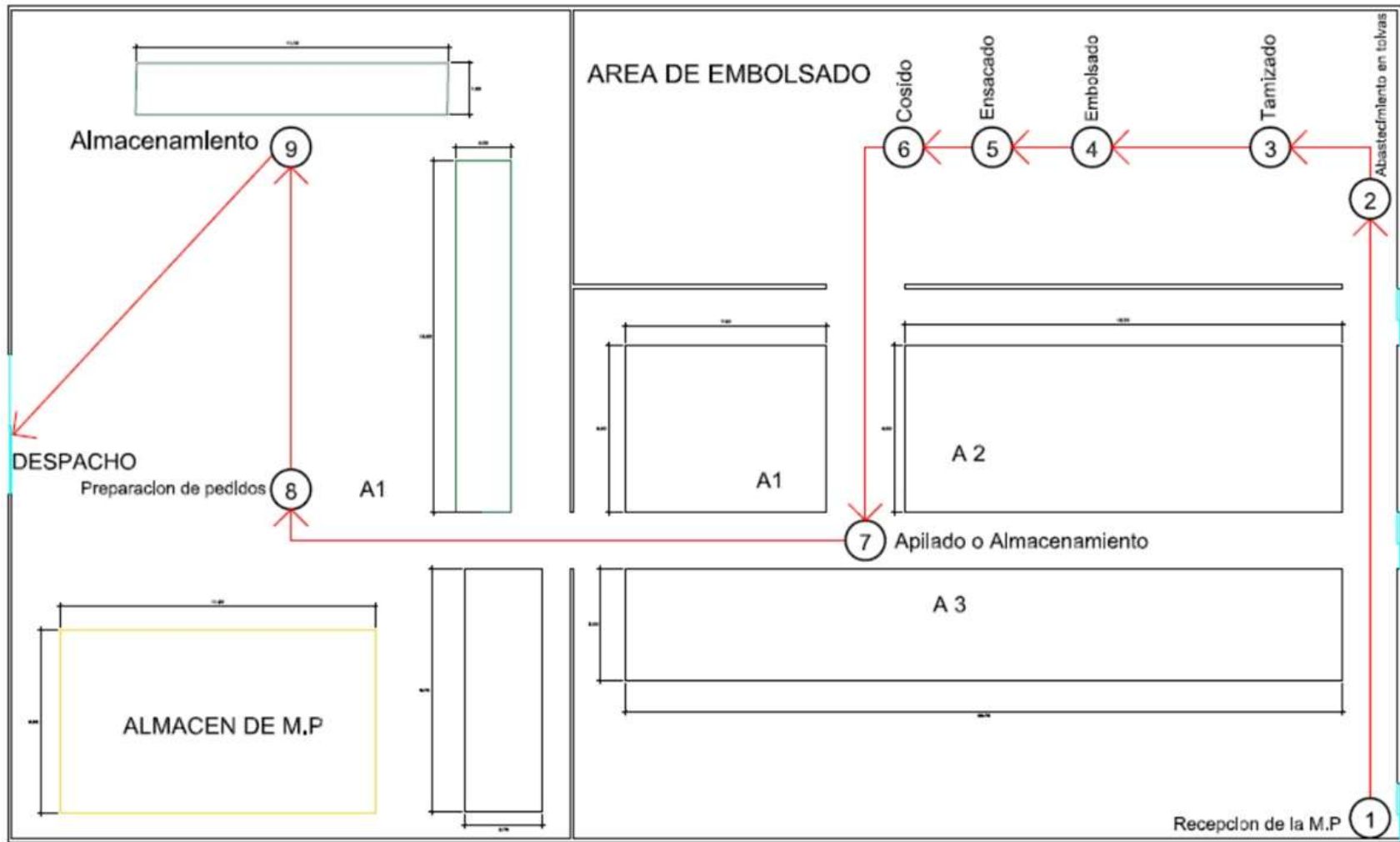


Figura 22. Diagrama de recorrido actual del proceso de embolsado de arroz

Cabe precisar que, de acuerdo a lo detallado por el jefe del departamento de estudio, el diseño Layout para la distribución de los espacios de trabajo, fue realizado por la empresa considerando las etapas o fases detalladas por la Metodología de la Planeación Sistemática de la distribución en planta o también conocida como Systematic Layout Planning (S.L.P.) de Muther [33]. Las fases referidas y que fueron desarrolladas por la empresa incluyeron las siguientes actividades:

- Recolección de datos sobre los productos, proceso y recorrido y servicios.
- Flujo de materiales.
- Relación entre actividades.
- Diagrama de relaciones.
- Necesidades de espacio.
- Espacios disponibles.
- Diagrama de relación de espacios.
- Factores influyentes.
- Limitaciones prácticas.
- Desarrollo de soluciones.
- Evaluación y selección.

Considerando lo precisado, en el presente estudio se aportó a diseñar un nuevo canal paralelo para la preparación de los despachos de manera más rápida; para lo cual, luego del proceso de cosido de los sacos, se dispuso de dos alternativas, las cuales pueden ser ejecutadas en forma paralela.

En la primera, luego del proceso de cosido, es posible apilar o almacenar las unidades productivas; para luego de ello, realizar la preparación de los pedidos, continuando con su almacenamiento y posterior despacho. En la segunda, luego del proceso de cosido, se puede

realizar en forma directa el proceso de preparación de pedidos, siendo almacenados y finalmente despachados.

Con esta variación, se mantiene el flujo del proceso habitual; no obstante, se dispone también de la preparación rápida de pedidos en paralelo y que serán priorizados de acuerdo a la programación determinada por el área. El detalle de lo precisado, se muestra a continuación de manera gráfica en la figura 23.

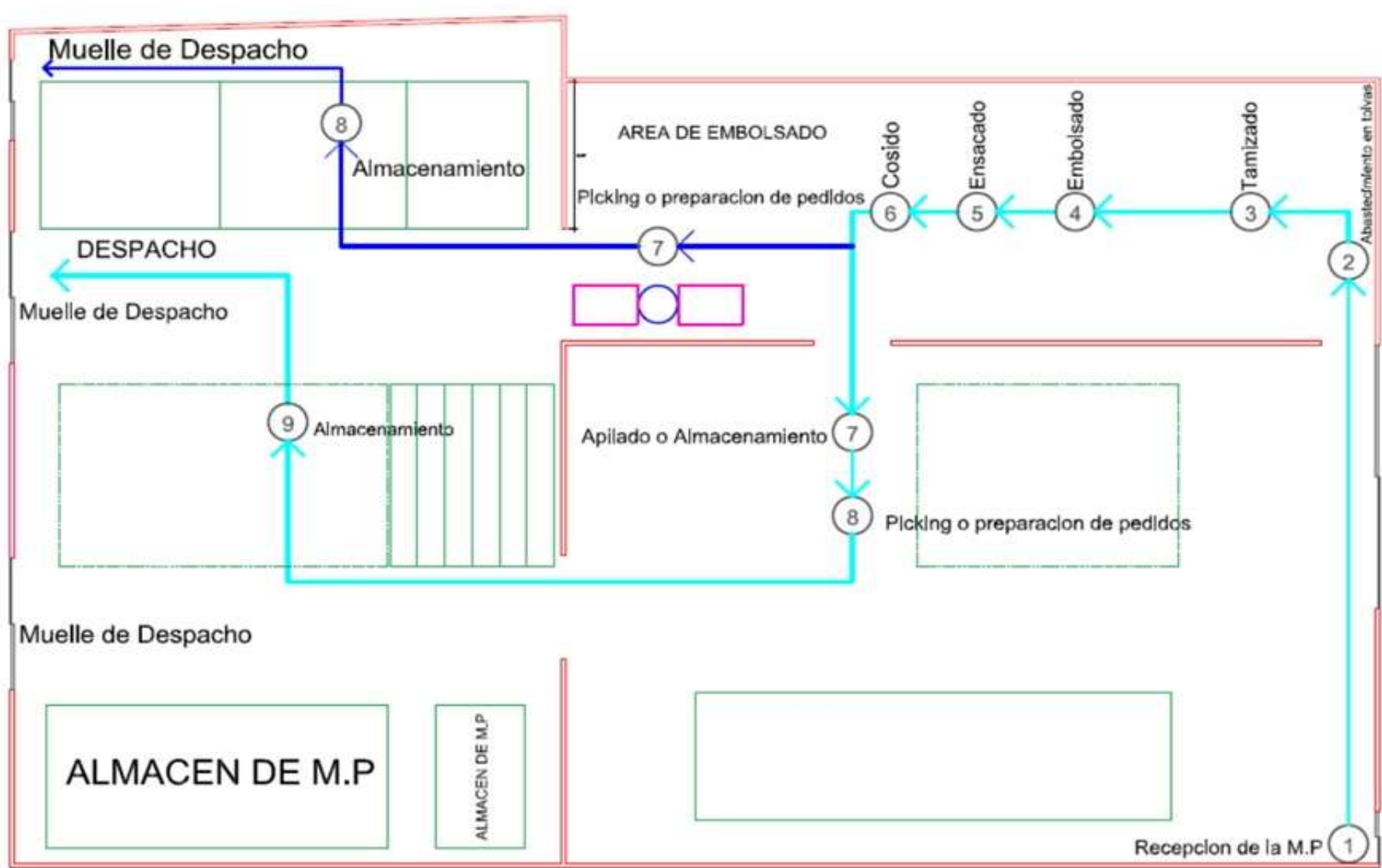


Figura 23. Nuevo diagrama de recorrido del proceso de embolsado de arroz

Propuesta 3. ERP

Para la aceptación de esta propuesta se tomó en cuenta la alternativa que no incrementa de gran manera los costos para la empresa. Con lo dicho anteriormente se precisó el uso de un sistema de gestión ERP de código abierto o dicho de otra forma open source; en este gasto que se dará estará solo cubriendo el acceso al servidor ERP. De esta forma los gastos se reducen considerablemente, al tener un servicio en la nube la compañía no necesita conseguir equipos especiales para usarlo, siendo su uso en diversas plataformas. Una de las características de la solución por lo que lo elegimos fue la gran facilidad en la que se puede ingresar, puesto que, es posible hacerlo en distintas plataformas. El entorno del ERP es fácil de comprender y usar para los administradores y usuarios que estén a cargo siendo estas 2 personas.

Con respecto al gasto de la empresa relacionada a esta propuesta, se busca un plan anual para que se pueda usar ilimitadamente en diversos dispositivos el sistema de gestión de ERP – Odoo, este contiene las características que necesita la empresa tanto de sus actividades como en sus procesos. El ERP – Odoo contiene muchos módulos entre ellos está el MRP de mantenimiento y de calidad, resumiendo, la inversión que se da es poca ya que el software no se desarrolla con su análisis, diseño e implementación, este servicio ya está en la nube con posibilidad de ingreso en diferentes plataformas, esta propuesta es más rentable y se adecua a lo que necesita la empresa.

Características:

- Es de fácil uso.
- Flexibilidad.
- Integraciones.
- Uso en diversos dispositivos.

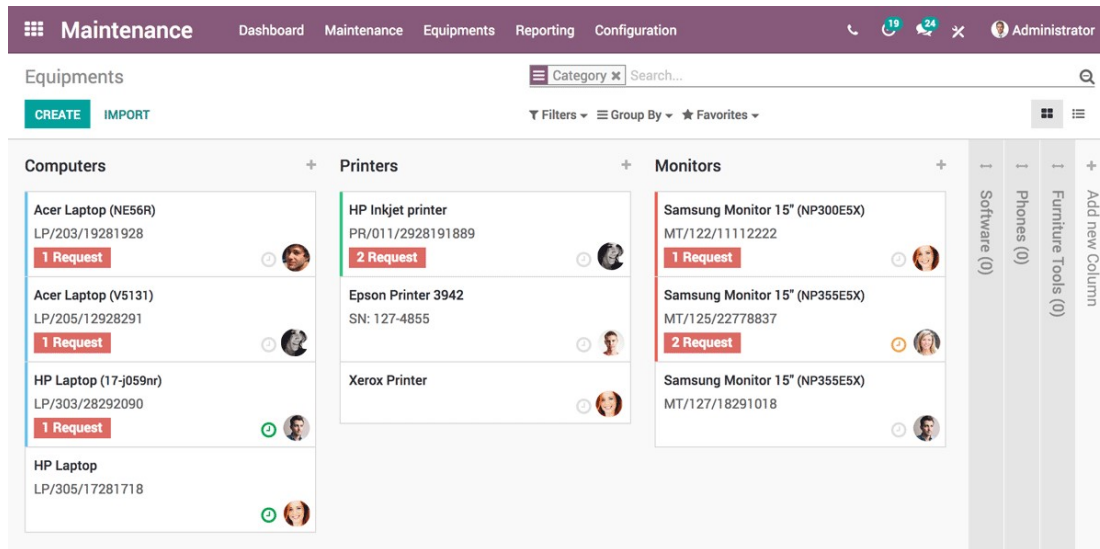


Figura 24. Interfaz de ERP Odoo

3.1.2.4. Situación de la eficiencia global de los equipos con la implementación

Después de la implementación que se realizó en el mes de enero; hubo una notoria mejoría, evaluando los meses de febrero a abril da como resultado que el OEE aumentó un 14.72% lo que significa que lo vuelve aceptable y competitivo.

a) Disponibilidad

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ Operativo}{Tiempo\ Planificado\ de\ Producción} \times 100$$

Cálculo del Tiempo Operativo

Se calcula el presente indicador, teniendo en consideración, el periodo 2023 con un horario de trabajo de lunes a sábado con ocho horas laborales y tomando en cuenta feriados y días no laborales.

$$Tiempo\ Operativo = (Tiempo\ Planificado - Paros/Falla/mantenimiento)$$

Tabla 14. Tiempo operativo del periodo 2023

PERIODO 2023			
TIEMPO TOTAL DE TRABAJO EN HORAS POR MES			
FEBRERO	MARZO	ABRIL	Total de tiempo Planificado
192	216	208	616

PARADAS POR AVERIAS-MANTENIMIENTO (MUERTOS)			
FEBRERO	MARZO	ABRIL	Total de tiempo Muerto
30.2	35.5	24.8	90.5

$$\textit{Tiempo Operativo} = \textit{Tiempo Planificado} - \textit{Tiempo Muerto}$$

$$\textit{Tiempo Operativo} = 616(\textit{horas}) - 90.5(\textit{horas})$$

$$\textit{Tiempo Operativo} = 525.5(\textit{horas})$$

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{\textit{Tiempo Operativo}}{\textit{Tiempo Planificado}}$$

$$\textit{Disponibilidad} (\%) = \frac{\textit{Tiempo Planificado} - \textit{Tiempo Muerto}}{\textit{Tiempo Planificado}} \times 100$$

$$\textit{Disponibilidad} (\%) = \frac{616(\textit{horas}) - 90.5(\textit{horas})}{616(\textit{horas})} \times 100$$

$$\textit{Disponibilidad} (\%) = 85.31\%$$

$$\textit{Disponibilidad mejorada} = 0.8531$$

b) Rendimiento actual

El rendimiento mide las pérdidas de velocidad debido a paros menores y velocidad reducida. Para calcular el presente indicador, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Unidades que se debieron producir}}$$

Tabla 15. Productividad mensual mejorada durante el 2023

Mes	Cantidad de sacos de 50 kg producidos	Unidades que se debieron producir
Feb-23	33881	34500
Mar-23	32174	34500
Abr-23	31940	34500
Total	97995	103500

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{97995 \text{ (unidades)}}{103500 \text{ (unidades)}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 0.946 * 100$$

$$\text{Rendimiento mejorado} = 94\%$$

b) Calidad actual

La calidad mide las pérdidas por defectos debido a defectos del proceso o reducción del rendimiento.

$$\text{Calidad (Q)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de unidad conformes}}{\text{N}^\circ \text{ de unidades totales}} * 100$$

$$\text{Calidad} = \frac{95055 \text{ (unidades)}}{97995 \text{ (unidades)}} * 100$$

$$\text{Calidad} = 0.97 * 100$$

$$\text{Calidad mejorada} = 97\%$$

Para calcular el OEE se debe multiplicar los tres indicadores anteriormente mencionados de la siguiente manera:

$$OEE = (D) \text{ Disponibilidad } x (R) \text{ Rendimiento } x (Q) \text{ Calidad}$$

$$OEE = 0.85 x 0.94 x 0.97$$

$$OEE = 0.775$$

Interpretación: Un OEE de 78% significa que, de cada 100 equipos de la empresa Molinera, que se le brinda mantenimiento, a 78 equipos se les brinda eficientemente un mantenimiento preventivo, mientras tanto los otros 22 equipos dependerán de un mantenimiento correctivo.

3.1.2.5. Análisis beneficio/costo de la propuesta

Luego de la propuesta basada en la implementación del TPM en la empresa del sector molinero, destinada a la mejora de la eficiencia global de los equipos, se procedió a preparar el análisis beneficio costo vinculado a la solución planteada.

La ejecución del TPM dispondrá de la participación activa del comité designado y de la totalidad de colaboradores involucrados, siendo relevante la jefatura del departamento de mantenimiento, asistentes y practicantes. La propuesta planteada demandará de inversión económica, misma que es precisada en lo consecutivo.

a. Costos de la propuesta

Con la finalidad de detallar en forma consolidada la información asociada a los costos de la propuesta planteada, se elaboró un resumen, el cual se expone en las siguientes tablas.

Tabla 16. Detalle de consideraciones propuestas para la etapa de preparación

Especificación	Cantidad	Costo S/.	Inversión S/.
Capacitaciones en temas de TPM	4	100.00	400.00
Capacitaciones en temas de procesos de mantenimiento	1	100.00	100.00
Capacitaciones en temas complementarios	2	150.00	300.00
		Total S/.	800.00

Tabla 17. Detalle de materiales para el despliegue de la implementación

Especificación	Cantidad	Costo S/.	Inversión S/.
Papel Bond	1 millares	20.00	20.00
Formatos de mantenimiento	10 unidades	10.00	100.00
Lapiceros	30 unidades	0.50	15.00
Afiches	10 unidades	15.00	150.00
Cuadernos	10 unidades	5.00	50.00
Equipos informáticos	1	3,000.00	3,000.00
Material impreso	7	50.00	350.00
		Total S/.	3685.00

Tabla 18. Detalle de componentes para el mantenimiento preventivo

Especificación	Cantidad	Costo S/.	Inversión S/.
Destornilladores	1	100.00	100.00
Llaves inglesas	5	25.00	125.00

Alicates	5	18.00	90.00
Martillos	5	50	250.00
Medidor	2	445	890.00
Calibrador	2	600	1200.00
		Total S/.	2655.00

Tabla 19. Detalle de herramientas y equipos para el mantenimiento preventivo

Especificación	Cantidad	Costo S/.	Inversión S/.
Lubricantes	20	50.00	1000.00
Grasa industrial	12	15.00	180.00
Aspiradora industrial	1	1000.00	1000.00
Eyector Clasificador	2	250.00	500.00
Multitester	2	25.00	50.00
Gatos hidráulicos	2	500.00	1000.00
Otros, diversos	1	700.00	700.00
		Total S/.	4430.00

Tabla 20. Detalle de la inversión para el Layout propuesto

Especificación	Cantidad	Costo S/.	Inversión S/.
Combustible para equipos de carga	3	120.00	360.00
Trabajadores externos para la redistribución	4	100.00	400.00
Consultoría especializada	1	600.00	600.00
		Total S/.	1360.00

Tabla 21. Detalle de inversión para el ERP propuesto

Especificación	Cantidad	Costo S/.	Inversión S/.
Costo en capacitación	2	450.00	900.00
Costo anual de licencia	1	2519.00	2519.00
		Total S/.	3419.00

Tabla 22. Detalle del costo total de la implementación

Detalle	Costo S/.	Cantidad	Inversión S/.
Detalle de consideraciones propuestas para la etapa de preparación (tabla 16)	800.00	1	800.00
Detalle de materiales para el despliegue de la implementación (tabla 17)	3,685.00	1	3,685.00
Detalle de componentes para el mantenimiento preventivo (tabla 18)	2,655.00	1	2,655.00
Detalle de herramientas y equipos para el mantenimiento preventivo (tabla 19)	4,430.00	1	4,430.00
Mejora del proceso (consultor externo)	500.00	2	1,000.00
Detalle de la inversión para el Layout propuesto (tabla 20)	1,360.00	1	1,360.00
Detalle de inversión para el ERP propuesto (tabla 21)	3,419.00	1	3,419.00
		Total S/.	17,349.00

En relación al costo asociado a la propuesta basada en TPM, se encontraría calculado por el costo de inversión del plan de mantenimiento planteado y otros costos considerados. El cual asciende a s/. 17,349.00.

Costo de la propuesta = s/. 17,349.00

b. Beneficio de la propuesta

El análisis del beneficio de la propuesta incluyó tanto la reducción de las paradas por averías, que sería el resultado de implementar la propuesta y el incremento de la producción de la compañía molinera.

- Reducción de paradas por averías

Las cantidades necesarias para realizar el cálculo mencionado se enumeran en lo consecutivo en la tabla 23.

Tabla 23. Detalle de beneficio conseguido por reducción de paradas por averías

N°	Máquina	Antes (2022)	Después (2023)	Costo	
		Tiempo de paro por avería (horas/año)	Tiempo de paro por avería (horas/año)	por hora	Ahorro
1	Cintas transportadoras	2.57	1.09	12.50	18.50

2	Dosificador de giro continuo	2.41	1.21	12.00	14.40
3	Elevador de 10t x 12 m	2.56	0.54	18.50	37.37
4	Embolsadora	11.97	2.31	35.00	338.10
5	Enfardadora	10.81	1.47	32.00	298.88
6	Silos de almacenamiento	2.43	0.52	18.00	34.38
7	Tolvas	6.96	1.16	21.50	124.70
8	Zaranda limpiadora	9.79	1.48	19.00	157.89
				Total S/.	1,024.22

De acuerdo con los resultados, se puede inferir un beneficio económico total de S/. 1,024.22; el cual, es el resultado de la reducción de las paradas por averías en la maquinaria considerada en el presente estudio.

- Incremento de la producción

A continuación, se detalla el análisis del incremento de la producción; ello, como resultado de disponer de mejor continuidad operativa de la maquinaria, a razón de la reducción del tiempo de paradas por averías en las mismas. Las cantidades necesarias para realizar el cálculo mencionado son precisadas en lo consecutivo en la tabla 24.

Tabla 24. Detalle del incremento de la producción

N°	Año	Cantidad de sacos	Utilidad por saco	Ingresos S/.
1	Periodo 2022	28967.25	5.97	172,934.48
2	Periodo 2023	32665.00	5.97	195,010.05
	Diferencia	3697.75	5.97	22,075.57

De acuerdo con los resultados, se puede determinar un beneficio económico total de S/. 22,075.57; el cual, es el resultado del incremento de la producción, como consecuencia del incremento de la disponibilidad operativa de la maquinaria de producción de la compañía molinera.

$$\text{Beneficio} = (\text{S/}. 1,024.22 + \text{S/}. 22,075.57) = \text{S/}. 23,099.79$$

Determinación del beneficio costo asociado a la propuesta

Basados en los resultados conseguido del análisis preliminar, se procedió a llevar a cabo el cálculo del factor. Con lo cual se obtuvo el siguiente resultado:

$$\text{Beneficio costo} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

$$\text{Beneficio costo} = \frac{\text{s/}.23,099.79}{\text{s/}. 17,349.00}$$

$$\text{Beneficio costo} = 1.33$$

Con lo cual se advierte que, la propuesta basada en TPM resulta beneficiosa para la empresa del sector molinero. Siendo que, por cada sol invertido en la propuesta, se obtendrá la recuperación de 0.33 soles; determinando de esta manera la viabilidad económica de la misma.

3.2. Discusión

A partir de los resultados que fueron obtenidos en la empresa molinera, al ser comparados tanto la teoría científica y las aplicaciones prácticas en la sociedad; fue observado que, el indicador OEE fue de suma importancia para medir la eficiencia de los equipos mediante la productividad, calidad y disponibilidad, tal y como lo mencionó en su estudio Canahua [9], donde el afirmó que en el cálculo del OEE se considera tres factores: tiempo útil de operación, capacidad de producción y calidad del producto. Los resultados de la investigación mostraron que, el TPM mejoró el rendimiento de los equipos, teniendo como resultado cero averías, evitando desperdicios que surgieron a causa de ello. Esto se asemeja a la afirmación que fue realizada por Céspedes [14], el cual en su investigación mencionó que el TPM es un sistema estructurado en actividades secuenciales que otorga mejoras a la empresa, buscando la participación de todas las áreas. Los resultados de la investigación fueron favorables en torno a la eficacia y eficiencia de la empresa. Se detalló que, se obtuvo incremento del 8% con respecto a la eficacia y 14.3% con respecto a la eficiencia. En los estudios anteriores fue posible demostrar que al aplicar la metodología del TPM ayudó a la orientación de actividades para mejorar las competencias de los colaboradores, pudiendo desempeñarse de la mejor manera en el centro de labores, con la finalidad de aumentar la calidad de sus tareas. Comparable a lo que fue mencionado en otro estudio, realizado por Requejo [13], el cual precisó que el TPM ayudó a gestionar al personal, debido a que todos los colaboradores estuvieron involucrados en las actividades de mantenimiento con el objetivo de eliminar o reducir pérdidas económicas. Con la implementación del TPM se mejoró la productividad de los procesos de transporte de la empresa, se logró incrementar a 11.2%

en el mes de abril y de 16.1% para el mes de mayo en la flota de equipos móviles. De esta manera, fue posible optimizar los procesos de gestión, calidad de trabajo, capacitación de personal y trabajo en equipo.

Luego de haber realizado el diagnóstico de la empresa molinera, mediante el uso de la herramienta Ishikawa, la cual permitió descubrir problemas principales; los cuales fueron principalmente la falta de metodología para el mantenimiento, puesto que la empresa solo reparaba cuando la máquina fallaba en el momento y en ocasiones no contaban con las piezas que se necesitaba cuando una de estas se rompía. La falta de control en el almacén, lo cual ocasionaba que la máquina tuviera paradas no programadas, que afectaban la producción; después de conocer esto, fue propuesto aplicar la metodología TPM para aumentar la eficiencia de los equipos. Se comenzó con una OEE de 63.28% antes de la implementación y luego se obtuvo 78.00%, lo cual fue considerado un porcentaje aceptable para este resultado. Se usó fichas técnicas, mantenimiento preventivo, mantenimiento planificado, capacitaciones al personal, mejora y diseño de procedimientos. En la tesis de [1], que fue realizada en Ecuador, la empresa tampoco contaba con la metodología TPM, lo cual ocasionaba fallas en las máquinas, velocidades reducidas de producción y baja vida útil de la maquinaria; el OEE inicial fue de 67,11%, logrando llegar a un porcentaje de 75,40%. Después que fueran realizadas actividades para cada una de las máquinas, planes de mantenimiento rutinario y no rutinario, fichas técnicas y órdenes de trabajo, fue conseguida disponibilidad de 85,30%, eficiencia de 87,50% y calidad de 98,55%.

Los resultados obtenidos al aplicar el TPM fueron satisfactorios, se consiguió OEE de 75,40%, lo cual fue aceptable, volviéndose ligeramente competitivo y con pocas pérdidas económicas; ello, como resultado de la adecuada implementación, el uso de fichas técnicas, el pre uso de máquinas, limpieza del área de trabajo, distribución de la empresa y el uso de ERP, el cual permitió gestionar la administración del área de mantenimiento. En la tesis de [2], fueron identificados problemas con la maquinaria de molienda, siendo los componentes principales los que se desgastaban por no darles mantenimiento preventivo, esto también

redujo la vida útil de la maquinaria del proceso, lo cual generó paradas no planificadas y que afectaron la producción; debido a ello, se dispuso de OEE de 31.00%, siendo inaceptable, con pérdidas económicas considerables; por ello, se aplicó la metodología TPM, en donde se realizaron capacitaciones, mantenimiento planificado, programación de máquinas y fichas de inspección. La disponibilidad final fue de 91.00%, calidad de 96.00% y rendimiento de 100.00%; lo cual generó OEE de 87.00%, formando parte de la clase mundial y con ello la empresa se volvió muy competitiva. Este resultado fue muy superior al nuestro, debido a que solo se centró en una máquina y se tuvo mejor control. De acuerdo al estudio realizado, la OEE presentó valor final de 75,40%; lo cual, fue resultado de la adecuada aplicación del TPM, la cual incluyó capacitaciones, fichas técnicas, limpieza del área de trabajo, programación para la ejecución de mantenimientos y mantenimiento preventivo; siendo reflejado en la disminución de paradas de las máquinas, evitando fallas y paradas no planificadas. En ese sentido, se precisa que el TPM ayuda a las empresas considerablemente, pero requiere la participación de todos los trabajadores, los cuales deben saber que el TPM beneficiará y facilitará su labor, debiendo aceptarlo y adaptarse al cambio, es por ello que es indispensable la realización de charlas e información sobre el mismo. En la tesis de [4], que fue realizada en Ecuador, la empresa no contaba con plan de mantenimiento; lo único que realizaba era el mantenimiento correctivo, por lo que solo se atendía la maquinaria cuando se presentaba la falla, esto ocasionaba que la máquina tenga una corta vida útil, con paradas no programadas y productos no conformes, lo cual generó OEE de 60.00%. Luego de la aplicación del TPM, donde fue registrado el mantenimiento aplicado, se tuvo un registro de máquinas, se programó al responsable de la aplicación y la fecha de la misma, las capacitaciones fueron aplicadas a la totalidad de trabajadores de la empresa en temas relacionados al TPM; estos cambios originaron el aumento de la disponibilidad a 94.00%, el desempeño a 97.00% y la calidad a 94.00%; lo cual generó OEE de 85.00%, siendo considerado de clase mundial y volviéndose más competitiva. En comparación con el OEE que fue obtenido en el presente estudio, ellos tuvieron un mejor resultado; debido a que, contaron con documentación mucho más completa y específica.

Al interior del estudio se utilizó el diagrama de Ishikawa en forma específica, el cual permitió confirmar la ausencia de mantenimiento preventivo, lo cual generaba que la eficiencia global de los equipos dispusiera de porcentaje bajo (63.28%). Los trabajadores no conocían la metodología TPM, la cual no era aplicada en la empresa molinera; después de la implementación, tanto del TPM como del Layout y el ERP, se obtuvo OEE de 78.00%, el cual fue aceptable. En la tesis que fue elaborada por [29], antes de implementar la solución, el OEE dispuesto fue de 67.79%; mediante la aplicación de formatos de mantenimiento e inspecciones, aportaron a disponer de mejor manejo de inspección para las máquinas de chapado mecanizado; con lo cual, se pudo aumentar el OEE a 89.79% y la productividad promedio se incrementó en 18.07%. De acuerdo a los resultados que fueron obtenidos en el presente estudio, podemos afirmar que, al implementar la metodología TPM, Layout y el ERP, se pudo mejorar el OEE de la empresa molinera; fue conseguido el incremento del OEE en 14.72%, de igual forma en la tesis de [30], se logró incrementar en 11,45% el OEE, mediante la aplicación del TPM para la maquinaria prensadora en una empresa de manufactura. Del mismo modo, en la tesis de [31] se logró el incremento de 14.85% del OEE, ya que fue aplicado el TPM al interior del proceso de secado para una empresa productora de sulfatos.

Fue aplicada la metodología TPM al interior de la empresa, pudiendo mejorar el OEE a 78.00%, mediante una adecuada implementación, ocupando cronogramas, inspección y estandarizando procesos. En cuanto al Beneficio/Costo, se obtuvo valor de 1.33; lo cual se interpreta que, por cada sol invertido en la solución desarrollada, la empresa obtendrá beneficio del 0.33 soles. En ese sentido, se afirmó que si es rentable su aplicación. Resultados comparables a lo precisado en la tesis de [32], en donde se obtuvo valor para el Beneficio/Costo de 1.80; determinando de esta manera la rentabilidad de la propuesta.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

a) Con la ayuda del diagrama de Ishikawa se ha llegado a identificar la falta de conocimiento sobre el TPM, la indisponibilidad de los equipos, sin formatos y/o formularios para realizar mantenimiento preventivo, debido a esto tenía un bajo nivel del OEE generando pérdidas económicas y baja competitividad. Con la implementación de la metodología pudo lograrse un incremento en la disponibilidad en un 3,97%, rendimiento en 10% y calidad en un 4%.

b) La aplicación del TPM mejoró el OEE en un 14,72% convirtiéndose en una empresa competitiva con pocos gastos económicos. Gracias a una correcta distribución de Layout se facilitan los movimientos y las tareas de mantenimiento, el ERP ayudó a un mejor control y gestión del mantenimiento de las máquinas.

c) La aplicación del TPM es un proceso en el que tienen que participar todos los colaboradores de la empresa gracias a esto se obtienen resultados favorables, el Layout dio un resultado significativo al no tener antes una distribución correcta y el ERP facilitó el control de mantenimiento al ser de uso sencillo, esto es aceptable y rentable teniendo en cuenta que el Beneficio/Costo que conseguimos fue de 1.33, dicho de otro modo, por cada sol invertido se obtiene 0.33 soles.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda implementar la metodología de las 9S la cual ayudara a un incremento de la productividad y calidad en la empresa con la participación de la alta gerencia, capacitación e integración de los trabajadores. Esta aplicación facilitara la reducción de tiempo en encontrar objetos, el acceso a la información y ambientes seguros.

Se recomienda el uso de formatos estructurados para evitar confusión y sean fáciles de utilizar. El TPM debe ser reconocido por los trabajadores como algo que facilitara su trabajo y los beneficiará como también a la empresa, para el Layout es muy importante que se realice una distribución con planes a expandir la planta, de esta manera optimizara la distancia y el tiempo entre las áreas. El ERP debe ser usado por todas las áreas permitiendo el acceso de información para una mejor coordinación.

Se sugiere la implementación de un programa de mantenimiento industrial con la finalidad de registrar las intervenciones predictivas, correctivas y preventivas en las máquinas del proceso productivo donde no solo se reduzcan las fallas, averías y paradas, sino también aumentar la seguridad de los trabajadores evitando daños al momento de realizar sus funciones.

REFERENCIAS

- [1] G. Guamán y M. De La Cruz, "Diseño De Un Sistema De Mantenimiento Productivo Total (TPM) Para Las Líneas De Envasado De La Empresa Fuente San Felipe S.A.", tesis de pregrado, Universidad Técnica De Cotopaxi, 2021.
- [2] B. Cabrera, "Aplicación De La Metodología TPM Para Incrementar La Eficiencia Operacional De Los Equipos Del Proceso De Tratamiento De Arenas De Molienda En Una Empresa Minera, Cajamarca 2021", tesis de pregrado, Universidad privada del Norte, 2021.
- [3] G. Vega, "Diseño de la propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total TPM para la Empresa Colombiana de Cementos S.A.S. en la región de Rio Claro - Antioquia", tesis de maestría, Universidad EAN, 2020.
- [4] J. López, "Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera", *IM*, vol. 24, no. 1, pp. 1-14, ene. 2021.
- [5] J. Muñoz, y M. Cantos, "Mantenimiento centrado en la confiabilidad a equipos en industria de conservas de atún", *Científica*, vol. 25, no. 2, pp. 1-24, jun. 2021.
- [6] D. Álvarez, y O. Hernández, "Propuesta de un nuevo programa de mantenimiento a los motores Hyundai de grupos fuel oil", *IE*, vol. 41, no. 2, pp. 1-8, ene. 2020.
- [7] V. Cerón y M. Pérez, "Aplicación De La Metodología TPM Para El Mejoramiento De La Fiabilidad De Los Equipos Industriales En El Área De Producción De Puertas Económicas En La Empresa Induce Del Ecuador", tesis de pregrado, Universidad Técnica De Cotopaxi, 2022.
- [8] A. Burgos, "Implementación De Una Propuesta De Mejora En La Eficiencia Global De Los Equipos, Aplicando La Metodología TPM, Para Reducir Los Costos De

- Mantenimiento En La Línea De Envasado De La Empresa La Molina E.I.R.L. Trujillo, 2021”, tesis de pregrado, Universidad Privada Del Norte, 2022
- [9] N. Canahua, “Implementación de la metodología TPM-LEAN Manufacturing para mejorar la eficiencia OEE de la producción de repuestos en una empresa metalmecánica”, tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2021.
- [10] E. Gaspar y J. Ayala, "Implementación del TPM para aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Tecnología Fabricación Mantenimiento S.A.C.", tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, 2021.
- [11] W. Romero y A. Vásquez, "Propuesta de TPM para mejorar OEE de máquinas tapadoras Mondini en la Empresa Agroindustrial Virú S.A.", tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, 2020.
- [12] E. Navarro, "Lean Manufacturing: TPM para mejorar la productividad de una empresa de leche evaporada, Lima 2021", tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, 2021.
- [13] J. Requejo, “Mantenimiento productivo total en la línea de conserva de la empresa Procesadora Perú S.A.C. para minimizar los ingresos no percibidos”, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, 2021.
- [14] J. Céspedes, “Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad de la empresa minera Antamina S.A - San Marcos, 2019”, tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán, 2021.
- [15] J. García, "Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la productividad en la empresa Frusan Agro S.A.C. Lambayeque 2020", tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán, 2021.
- [16] E. Pérez, "Gestión de mantenimiento basado en metodología TPM para incrementar la productividad en la empresa Cerinsa E.I.R.L. Chiclayo 2019", tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019.

- [17] N. Claudio, "Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento para optimizar el desempeño en una unidad minera del sur del país - Arequipa 2021", tesis de pregrado, Universidad Continental, 2022.
- [18] D. Flores y L. Tacuri, "Implementación de la metodología TPM para la gestión de mantenimiento en los equipos de la planta de compostaje en la EMAC-EP", tesis de pregrado, Universidad Politécnica, 2022.
- [19] D. Parodis, "Implementación de los pilares de mantenimiento autónomo (paso 0) y mantenimiento planeado (paso 1) de TPM en el área de prensas y planta 1 de la empresa C.I. Colauto S.A.S.", tesis de pregrado, Universidad De Antioquia, 2020.
- [20] G. Elizabeth, "Propuesta de mejora basado en TPM para incrementar la disponibilidad y confiabilidad en las maquinas con mayor índice de fallas de una empresa textil", tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2021.
- [21] C. Jully, y A. Gamboa, "Diseños de investigación para tesis de posgrado", Revista Peruana
- [22] M. De Carlo, "Diseño Preexperimental y Cuasiexperimental." Universidad de Radford: LibreTexts, 2022
- [23] R. Hernández, C. Fernández, & P. Baptista, "Metodología de la investigación", 7a edición. Ciudad de México, México: McGraw-Hill, 2021.
- [24] A. Yirda, *Definición de Alfa de Cronbach*. [Online]. Disponible en: <https://www.conceptodefinicion.de/alfa-de-cronbach>.
- [25] C. Cesar, "Propuesta de mejora para incrementar la disponibilidad de los equipos en el proceso de teñido, a través de un plan de mantenimiento en una empresa textil peruana", tesis de pregrado, Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, 2018.

- [26] A. Tavella, "Planificación y Programación del Mantenimiento Preventivo Anual para garantizar la sustentabilidad de las operaciones", tesis de maestría, Universidad Austral, 2022.
- [27] L. Corrales, M. Lambán, M. Hernández y J. Royo, "Overall Equipment Effectiveness: Systematic Literature Review and Overview of Different Approaches," *Applied Sciences*, vol. 10, no. 18, pp. 64-69, set., 2020. <https://doi.org/10.3390/app10186469>
- [28] V. Fernández, "Tipos de justificación en la investigación científica", *revista*, vol. 4, n.º 3, pp. 65–76, jul. 2020.
- [29] N. Vasquez, y R. Guevara, "Implementación del Sistema de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) para mejorar la Productividad de las Máquinas en el Chapodo Mecanizado en una Agroindustrial de la Región La Libertad.", tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte, 2020.
- [30] C. Cabrera, y J. Gonzales, "Implementación de las Herramientas del TPM para mejorar la OEE en la Producción de tapas en una Empresa Manufacturera Lima, 2019" tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, 2019.
- [31] A. Córdova, y N. Suarez, "Propuesta de Mejora del OEE Aplicando la Metodología del TPM en el proceso de secado en una Empresa Productora De Sulfatos" tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma, 2020.
- [32] D. Tocto, "Propuesta De Un Plan De Mantenimiento Preventivo En La Empresa Molinera Para Reducir Pérdidas", tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2022.
- [33] R. Muther, "Planificación y proyección de la empresa industrial", Primera edición Esp. Barcelona: editores técnicos asociados, s. a, 1968.

ANEXOS

ANEXO A: Guía de observación aplicada a una empresa del sector molinero

GUÍA DE OBSERVACIÓN – EMPRESA DEL SECTOR MOLINERO				
ÁREA A EVALUAR:		Área de mantenimiento.		
N°	ASPECTO A EVALUAR	SI	NO	DETALLE
1	Se observa el área de trabajo limpia y ordenada.		X	Requiere de pronta atención. La compañía deberá proveer los recursos necesarios.
2	En la actualidad, disponen de planeamiento destinado al mantenimiento.		X	Las tareas son atendidas de acuerdo a su aparición.
3	Existe un registro de los fallos de mantenimiento presentados.		X	No existe algún tipo de control asociado. Requiere pronta atención por parte de la empresa.
4	Dentro del departamento de mantenimiento, los objetivos internos son claramente de su conocimiento.		X	El conocimiento es parcial y no presenta formalidad a nivel de documentación.
5	Las tareas de mantenimiento son realizadas de acuerdo a una calendarización programada.		X	No se dispone de programación por calendarización dentro del área.

6	El material o recursos empleados, se encuentra ubicados correctamente.		X	No. Existe mucho desorden al respecto.
7	Existe un responsable encargado de la supervisión de las actividades del departamento de mantenimiento.	X		Existe un colaboradore encargado de las actividades de supervisión; no obstante, en la mayoría de los casos desempeña otras actividades.
8	La disponibilidad de equipos de la empresa es la esperada.		X	Desde varios meses atrás, existen acumulación de equipos que presentan fallos. La demora de repuestos es un factor clave.

ANEXO B: Guía de entrevista aplicada al jefe del área de mantenimiento de una empresa del sector molinero

	UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
	FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Entrevistador (es):	Quiroz Montenegro Max Ricardo. Quispe Mesta Danna Alessandra.
Entrevistado:	Jefe del área de mantenimiento de una empresa del sector molinero.
Finalidad:	Analizar la situación actual de la empresa del sector molinero para diagnosticar el nivel de eficiencia global de los equipos.
<p>1. ¿Conoce acerca de la metodología TPM?</p> <p>No. Sin embargo, asumo que debe tratarse de una herramienta que facilita administrar las tareas y actividades propias del mantenimiento al interior de la empresa.</p>	

2. ¿Emplear ciertas metodologías o herramientas para gestionar el mantenimiento otorga beneficios para el departamento; tiene conocimiento sobre ello?

No. Pero deduzco que aporta positivamente a mejorar la eficiencia del área y de la compañía en general.

3. ¿Actualmente, la empresa dispone de algún plan de ejecución para las tareas de mantenimiento?

No. El área atiende las tareas de acuerdo a su aparición. En la actualidad los equipos presentan fallos constantes y son atendidos por orden de llegada en su mayoría.

4. ¿Existe algún tipo de programación para el desarrollo de sus labores de mantenimiento?

No. Las labores son asignadas por el jefe del área y se desarrollan dentro del horario de trabajo determinado por la empresa.

5. ¿Durante el desarrollo de las tareas de mantenimiento, existe alguna forma de supervisión?

Sí, aunque en realidad son pocas las horas destinadas a esta actividad. El encargado de esta labor debe de cumplir con otras tareas asignadas por la empresa.

6. ¿La disponibilidad de equipos que presenta la empresa es adecuada?

No, sobre todo en los últimos meses se ha podido identificar retrasos en la reparación de los equipos, los cuales presentan fallas recurrentes. Una de las causas principales es la ausencia de repuestos para las atenciones.

ANEXO C: Cuestionario aplicado a los trabajadores del área de mantenimiento de una empresa del sector molinero

**EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ACTUAL DE UNA EMPRESA
DEL SECTOR MOLINERO**

N° Cuestionario: _____

I. ESPECIFICACIONES GENERALES

Fecha : __/__/____

Detalle: La presente encuesta se encuentra dirigida a los trabajadores del área de mantenimiento de una empresa del sector molinero.

II. INSTRUCCIONES

A continuación, deberá de seleccionar la alternativa más adecuada a la pregunta planteada. Complete el proceso marcando con "X" la respuesta seleccionada. Por favor, marque la totalidad de preguntas presentadas.

1. ¿Existe alguna metodología específica de apoyo a la gestión de mantenimiento dentro de la empresa del sector molinero?

1) Sí

2) No

2. ¿Dispone de alguna programación para el desarrollo de sus labores de mantenimiento en forma cotidiana?

1) Sí

2) No

3. ¿Puede identificar la presencia de supervisión para las actividades generales llevadas a cabo en el área de mantenimiento?

1) Sí

2) No

4. ¿La disponibilidad de equipos de la empresa es la esperada?

1) Sí

2) No

5. ¿El tiempo de respuesta de las atenciones del departamento de mantenimiento, es el que se espera?

1) Si

2) No

6. ¿Actualmente, existen reclamos asociados a la calidad del trabajo ejecutado en el departamento de mantenimiento?

1) Sí

2) No

7. ¿El rendimiento de los equipos, considera que es el adecuado?

1) Sí

2) No

8. ¿Considera que la calidad del servicio prestado por el área de mantenimiento es la adecuada?

1) Sí

2) No

9. ¿Al momento de realizar sus labores de mantenimiento, dispone de los recursos necesarios para tal propósito?

1) Sí

2) No

10. ¿La empresa proporciona programas de capacitación frecuentes?

1) Si

2) No

11. ¿Opina que existe sobre carga laboral en el departamento de mantenimiento?

1) Si

2) No

ANEXO D: Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto : Pinedo Díaz Luis Enrique.
Grado Académico : Ingeniero de Sistemas y Computación.
Cargo e Institución : Consultor – Poder Judicial.
Nombre del instrumento a validar : Cuestionario.
Autor(es) del instrumento : Quiroz Montenegro Max Ricardo.
 Quispe Mesta Danna Alessandra.
Título del Proyecto de Tesis : Implementación de la metodología TPM para la mejora de la eficiencia global de los equipos en una empresa del sector molinero en Chiclayo 2023.

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				16
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			15	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			15	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			15	
Viabilidad	Es viable su aplicación				16

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 15.
 Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) Bueno.

Observaciones: Ninguna.

Fecha: 21/04/2023.


LUIS ENRIQUE PINEDO DÍAZ
 INGENIERO INFORMÁTICO Y DE SISTEMAS
 Reg. CIP: N° 147390

Pimentel, 21 de abril de 2023

Ing. Luis Enrique Pinedo Díaz

Presente

Tengo el agrado de dirigirme a usted, considerando su experiencia y amplio conocimiento del tema para solicitarle que, en su condición de **experto**, tenga la gentileza de validar el cuestionario adjunto, que será aplicado en la realización del trabajo de investigación titulado: "IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR MOLINERO EN CHICLAYO 2023", que se presentará en la Universidad Señor de Sipán para optar el Título de Ingeniero Industrial.

Los objetivos de la investigación son:

Objetivo General

Establecer una propuesta de implementación de la metodología TPM para la mejora de la eficiencia global de los equipos en una empresa del sector molinero en Chiclayo 2023.

Objetivos Específicos

- a) Analizar la situación actual de la empresa del sector molinero ocupando el diagrama de Pareto y Ishikawa para diagnosticar el nivel de eficiencia global de los equipos.
- b) Evaluar una propuesta de gestión de mantenimiento implementando la metodología TPM en una empresa del sector molinero para la mejora de la eficiencia global de los equipos.
- c) Realizar el estudio de los resultados alcanzados comparándolos con otras investigaciones del sector molinero en relación a la evaluación beneficio/costo de la propuesta.

Quiroz Montenegro Max Ricardo.



Quispe Mesta Danna Alessandra.



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto : Reinoso Torres Jorge Jeremy Junior.
Grado Académico : Ingeniero Civil. Maestría en Investigación y Docencia Universitaria.
Cargo e Institución : Docencia en el instituto SENCICO.
Nombre del instrumento a validar: Cuestionario.
Autor(es) del instrumento : Quiroz Montenegro Max Ricardo.
 Quispe Mesta Danna Alessandra.
Título del Proyecto de Tesis : Implementación de la metodología TPM para la mejora de la eficiencia global de los equipos en una empresa del sector molinero en Chiclayo 2023.

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				16
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			15	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			15	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			15	
Viabilidad	Es viable su aplicación				16

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 15.
 Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) Bueno.

Observaciones: Ninguna.

Fecha: 21/04/2023.


 Jorge Jeremy Junior Reinoso Torres
 ING. CIVIL
 CIP. 110771

Pimentel, 21 de abril de 2023

Ing. Jorge Jeremy Junior Reinoso Torres

Presente

Tengo el agrado de dirigirme a usted, considerando su experiencia y amplio conocimiento del tema para solicitarle que, en su condición de **experto**, tenga la gentileza de validar el cuestionario adjunto, que será aplicado en la realización del trabajo de investigación titulado: "IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR MOLINERO EN CHICLAYO 2023", que se presentará en la Universidad Señor de Sipán para optar el Título de Ingeniero Industrial.

Los objetivos de la investigación son:

Objetivo General

Establecer una propuesta de implementación de la metodología TPM para la mejora de la eficiencia global de los equipos en una empresa del sector molinero en Chiclayo 2023.

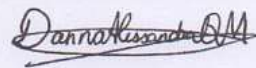
Objetivos Específicos

- a) Analizar la situación actual de la empresa del sector molinero ocupando el diagrama de Pareto y Ishikawa para diagnosticar el nivel de eficiencia global de los equipos.
- b) Evaluar una propuesta de gestión de mantenimiento implementando la metodología TPM en una empresa del sector molinero para la mejora de la eficiencia global de los equipos.
- c) Realizar el estudio de los resultados alcanzados comparándolos con otras investigaciones del sector molinero en relación a la evaluación beneficio/costo de la propuesta.

Quiroz Montenegro Max Ricardo.



Quispe Mesta Danna Alessandra.



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto : Contreras Guerrero Franz Paúl.

Grado Académico : Ingeniero de Sistemas y Computación.

Cargo e Institución : Consultor Independiente.

Nombre del instrumento a validar : Cuestionario.

Autor(es) del instrumento : Quiroz Montenegro Max Ricardo.

Quispe Mesta Danna Alessandra.

Título del Proyecto de Tesis : Implementación de la metodología TPM para la mejora de la eficiencia global de los equipos en una empresa del sector molinero en Chiclayo 2023.

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				16
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			15	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			15	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			15	
Viabilidad	Es viable su aplicación				16

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 15.

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) Bueno.

Observaciones: Ninguna.

Fecha: 21/04/2023.

Contreras Guerrero
Franz Paúl Contreras Guerrero
 INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN
 REG. CIP. N° 112940

Pimentel, 21 de abril de 2023

Ing. Franz Paúl Contreras Guerrero

Presente

Tengo el agrado de dirigirme a usted, considerando su experiencia y amplio conocimiento del tema para solicitarle que, en su condición de **experto**, tenga la gentileza de validar el cuestionario adjunto, que será aplicado en la realización del trabajo de investigación titulado: "IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR MOLINERO EN CHICLAYO 2023", que se presentará en la Universidad Señor de Sipán para optar el Título de Ingeniero Industrial.

Los objetivos de la investigación son:

Objetivo General

Establecer una propuesta de implementación de la metodología TPM para la mejora de la eficiencia global de los equipos en una empresa del sector molinero en Chiclayo 2023.

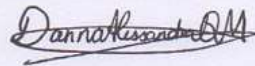
Objetivos Específicos

- a) Analizar la situación actual de la empresa del sector molinero ocupando el diagrama de Pareto y Ishikawa para diagnosticar el nivel de eficiencia global de los equipos.
- b) Evaluar una propuesta de gestión de mantenimiento implementando la metodología TPM en una empresa del sector molinero para la mejora de la eficiencia global de los equipos.
- c) Realizar el estudio de los resultados alcanzados comparándolos con otras investigaciones del sector molinero en relación a la evaluación beneficio/costo de la propuesta.

Quiroz Montenegro Max Ricardo.



Quispe Mesta Danna Alessandra.



ANEXO E: Evidencia de aplicación del acuerdo de confidencialidad y el cálculo de Cronbach

		ITEMS																	
ENCUESTADOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	SUMA
E1		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2							22
E2		2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2							21
E3		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2							22
E4		1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2							19
E5		1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1							15
E6		2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2							19
E7		1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1							15
E8		2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2							21
E9																			
YARIANZA		0.234	0.109	0.188	0.234	0.109	0.188	0.234	0.188	0.234	0.000	0.188							
SUMATORIA DE YARIANZAS		1.906																	
YARIANZA DE LA SUMA DE LOS ÍTEMS		7.188																	

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

α: Coeficiente de confiabilidad del cuestionario → **0.8083**

k: Número de ítems del instrumento → 11

$\sum_{i=1}^k S_i^2$: Sumatoria de las varianzas de los ítems. → 1.906

S_T^2 : Varianza total del instrumento. → 7.188

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

Figura 21. Aplicación del acuerdo de confidencialidad y el cálculo de Cronbach

Validez y confiabilidad del instrumento de cuestionario en SPSS

Tabla 24. Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,808	11

Nota: El instrumento es válido y confiable puesto que se obtuvo un Alfa de Cronbach mayor a 0.7; concluyéndose que el instrumento de cuestionario es confiable. Fuente: Elaboración

propia

ANEXO F: Consentimiento informado para la aplicación de instrumentos

Universidad Señor de Sipán	UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
	FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Proyecto de investigación:	Implementación de la metodología TPM para la mejora de la eficiencia global de los equipos en una empresa del sector molinero en Chiclayo 2023.
Investigadores:	Quiroz Montenegro, Max Ricardo. Quispe Mesta, Danna Alessandra.

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS

Yo, _____

(Nombre y apellidos), identificado con documento de identidad N°: _____

Declaro que:

- He leído la hoja de información que me han facilitado.
- He podido formular las preguntas que he considerado necesarias acerca de la investigación.
- He recibido información adecuada y suficiente por parte de los investigadores, respecto a:

- El objetivo general y específicos de la investigación y sus procedimientos.
- Los beneficios e inconvenientes del proceso.
- Que mi participación es voluntaria y altruista.
- El procedimiento y la finalidad con que se utilizarán mis datos personales y las garantías de cumplimiento de la legalidad vigente.
- Que, una vez culminada la investigación, los datos e información ocupada será eliminada en su totalidad.
- Que de ninguna manera serán expuestos datos personales propios de los participantes.

CONSIENTO EN LA PARTICIPACIÓN EN EL PRESENTE ESTUDIO

SÍ NO

Con el propósito de dejar constancia de lo precisado, firmo a continuación:

Fecha: ___/___/___

Firma: _____

Investigador : _____

Firma : _____

Investigador : _____

Firma : _____

APARTADO PARA LA REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Yo, _____ revoco el consentimiento de participación en la investigación, firmado arriba.

Fecha: ___/___/___

Firma: _____

ANEXO G: Figuras de los resultados obtenidos del cuestionario aplicado a los trabajadores del área de mantenimiento de la empresa Molinera Chiclayo S.A.C.

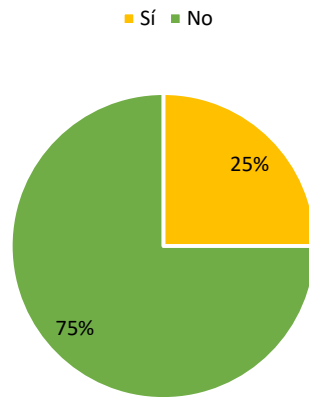


Figura 22. ¿Puede identificar la presencia de supervisión para las actividades generales llevadas a cabo en el área de mantenimiento? **Fuente:** Elaboración Propia

En la figura 7 se puede interpretar que la supervisión es muy aplicada al momento de realizar sus labores, la persona a cargo es el gerente o jefe del área que supervisa al trabajador si es una máquina pequeña o varios de ser máquina grande, al tener otras responsabilidades debe estar ausente en algunas reparaciones rutinarias.

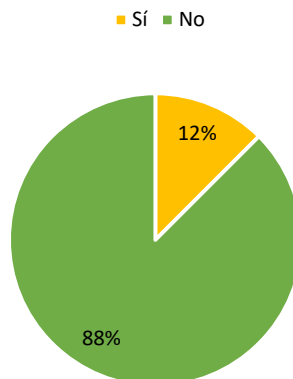


Figura 23. ¿El tiempo de respuesta de las atenciones del departamento de mantenimiento, es el que se espera? **Fuente:** Elaboración Propia

En la figura 9 se obtiene este resultado como prueba de que es necesaria una mejor atención y control en el área de mantenimiento con los repuestos, disponibilidad de trabajadores, tiempo para una revisión antes de usar la máquina. En la tesis [26] nos comentan que el uso constante de los equipos genera un desgaste que produce malos productos por lo tanto el equipo de mantenimiento tiene que actuar de manera inmediata.

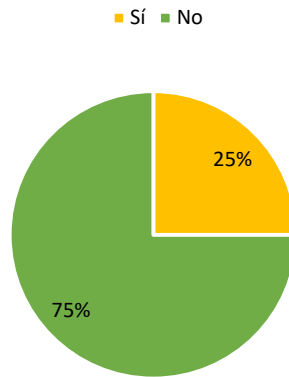


Figura 24. ¿Actualmente, existen reclamos asociados a la calidad del trabajo ejecutado en el departamento de mantenimiento? **Fuente:** Elaboración Propia

En la figura 10 el resultado demuestra que más del 50% del personal manifiesta que existen reclamos asociados a la calidad del trabajo ejecutado, el principal motivo puede ser el poco tiempo que la maquina funciona correctamente para de nuevo ser arreglada, debido a la falta de un mantenimiento preventivo o una inspección antes de usar la máquina, de esa forma podría evitarse este problema. Otro reclamo puede ser no tener a disposición el espacio o repuestos necesarios para reparar la máquina en el momento y tener que esperar a que hagan el pedido de la pieza faltante.

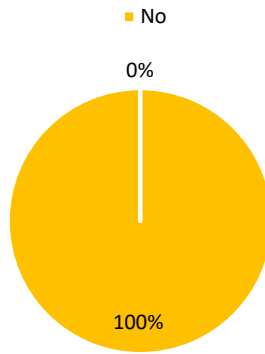


Figura 25. ¿La empresa proporciona programas de capacitación frecuentes? **Fuente:**

Elaboración Propia

Con respecto a las capacitaciones, tal y como muestra la Figura 14, todos los colaboradores que conforman la muestra están de acuerdo que la empresa no proporciona programas de capacitación frecuentes, lo cual genera diversos efectos negativos en la operación y rendimiento general de la empresa, incluyendo: Baja eficiencia y calidad de trabajo, mayores incidencias de fallas y averías, riesgos de seguridad y falta de actualización tecnológica. Cabe resaltar que la capacitación es esencial para mantener al equipo del área actualizado y competente.

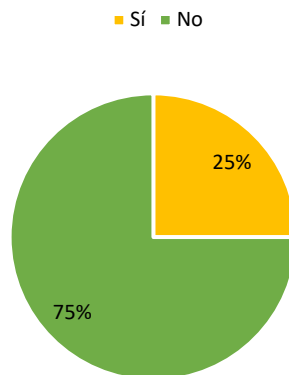


Figura 26. ¿Opina que existe sobre carga laboral en el departamento de mantenimiento?

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la sobrecarga laboral, tal y como se presenta en la Figura 15, el 75% de los colaboradores que conforman la muestra opinan que existe sobrecarga laboral, puesto que no hay una ejecución de las ordenes de trabajo ni una adecuada planificación de recursos y tareas tanto materiales como humanos. Algunos de los problemas asociados son los siguientes: fatiga y agotamiento, mayores riesgos de accidentes y lesiones, disminución de la calidad del trabajo y aumento de estrés y la insatisfacción laboral.

ANEXO H: Formulario de auditoria para mantenimiento

Gestión Integral de Mejoramiento para la Empresa							
Formulario de Auditoria para Mantenimiento Autónomo			Línea de Equipo		Puntos	Aprobado	Rechazado
Empresa:			Fecha Solicitada para Auditoría				
			Fecha deseada para Auditoría		Nivel de evaluación de la auditoría + Puntos de evaluación (#(item 1 al 5) + pts de evaluación (item 6))		
	Autónoma	Coordinador	Comité TPM	Fecha de la Auditoría	Autónoma	Coordinador	Comité de TPM
AUDITORIA					Sobre 90 puntos	Sobre 85 puntos	Sobre 80 puntos

Ítem para Auditoria	Descripción de puntos principales de evaluación en la Auditoria	Pésimo	Malo	Regular	Bueno	Excelente	Valor Final
		1	2	3	4	5	Apuntado
1. Limpieza de equipo y línea en General	¿Existe una zona designada para los equipos de suciedad, polvo, derrame de lubricante y/o productos de residuos de materiales tales como; cartón, plástico? ¿Existe fugas de lubricante, vibración (soporte y estructura) debido a fijaciones sueltas o faltantes de (perno, tuercas, tornillos, etc.), ruidos excesivos o desgaste de pieza?						
2. Limpieza de los	¿Existen herramienta u otros elementos de trabajo en lugares que no correspondan? ¿Existe mejoramiento de las herramientas de trabajo? ¿Como está organizado las herramientas y piezas de reposición?						

elementos auxiliares, Accesorios y Herramientas	¿Están los estantes limpios y ordenados?, Los materiales de empaque y MP se reciben en buen estado (limpios y ordenado)?						
3. Lubricación de elementos de control	¿Cómo está la situación en términos de suciedad, derrame por cantidad usada, identificación de puntos críticos (recipientes, lubricadores, etc)? ¿Existe lo necesario para efectuar una correcta lubricación?						
	¿Están todos los sistemas operativos identificados y visibles? ¿No existen daño visible en elementos de control y en cables eléctricos? Los extintores están visibles y en un lugar bien determinado.						
4. Limpieza y cuidado de producto	¿Los lugares que están alrededor de la línea están limpios y transitables? ¿La limpieza se hace en lugares no visibles? El producto terminado se deja en sus lugares correspondientes (almacén PT)						
	¿Los sistemas de transmisión están limpios y señalizados? ¿Se anota la cantidad de productos defectuosos o rechazados por turno? ¿Existen demarcación de las zonas de tránsito y salidas de emergencia?						
5. Medidas de deterioro y mejoramiento de	¿Se está preparando alguna lista que muestre la fuente de contaminación de polvo, fugas de aceite y áreas de difíciles de mantener? ¿Existe algún futuro Plan para la limpieza?						
de	¿Se han mejorado los utensilios de limpieza? ¿Se han designado						

las áreas	apropiadamente las responsabilidades de limpieza de cada área en la empresa?								
6. Grado de Involucramiento TPM	¿Todos comprenden el TPM y participan de las actividades?	Pts. Evaluación	10 pts.	20 pts.	30 pts.	40 pts.	50 pts.		
			10	20	30	40	50		
Total del Puntaje Obtenido por Auditoria									
		1 pto (10 puntos)	2 pto (20 puntos)	3 pto (30 puntos)	4 pto (40 puntos)	5 pto (50 puntos)			
Nivel de Evaluación de las actividades	Equipo	Las cosas no están siendo ejecutadas	Solo se ejecuta en lugares visibles	Están haciendo ejecutadas en puntos específicos de la máquina	Están haciendo ejecutadas en lugares que no son visibles	La limpieza está muy bien, permite ver puntos críticos.			
	Personas	Todos están desinteresados.	Ejecutada solamente por mantenimiento y supervisión	Los operadores están ejecutando las tareas solo en lugares más fáciles	Están haciendo ejecutado por los operados o mecánicos.	Participación Total, Todos cumplen sus responsabilidades.			



AUTORIZACIÓN PARA RECOJO DE INFORMACIÓN

Chiclayo, 10 de junio de 2023

Quien suscribe:

Ing. Danny Samillan Ipanaqué

Jefe de Producción – Induamerica Chiclayo S.A.C.

AUTORIZA: Permiso para recojo de información relevante para la investigación denominada: "IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR MOLINERO EN CHICLAYO 2023".

Por el presente, el que suscribe, Ing. Danny Samillan Ipanaqué, Gerente de Producción de la empresa Induamerica Chiclayo S.A.C., autorizo a los alumnos: Danna Alessandra Quispe Mesta, identificada con DNI N°. 76031880 y Max Ricardo Quiroz Montenegro, identificado con DNI N°. 73020911; estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipán, al empleo de la información recopilada para propósitos netamente académicos, destinados a la elaboración de la tesis referenciada.

Atentamente,

Danny Samillan Ipanaqué
Gerente de Producción

Ing. Danny Samillan Ipanaqué
Gerente de Producción


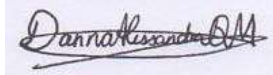
ANEXO 01: DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la DECLARACIÓN JURADA, somos **estudiantes** del Programa de Estudios de la **Escuela Profesional de Ingeniería Industrial** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR MOLINERO EN CHICLAYO 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:

Quiroz Montenegro Max Ricardo	DNI: 73020911	
Quispe Mesta Danna Alessandra	DNI: 76031860	

Pimentel, 24 de Julio de 2023.

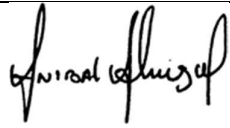
ANEXO 02: ACTA DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN

Yo **Alviz Meza Anibal** docente del curso de **Investigación II** del Programa de Estudios de la **Escuela Profesional de Ingeniería Industrial** y revisor de la investigación del (los) estudiante(s), **Quiroz Montenegro Max Ricardo, Quispe Mesta Danna Alessandra**, titulada:

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR MOLINERO EN CHICLAYO 2023

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **19%**, 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 en la Universidad Señor de Sipán S.A.C., aprobada mediante Resolución de Directorio N° 145-2022/PD-USS.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

(Alviz Meza Anibal)	DNI: 003974953	 firma
---------------------	-------------------	--

Pimentel, 27 de julio de 2023.

ANEXO 03: ACTA DE APROBACIÓN DEL ASESOR

Yo **Alviz Meza Anibal** quien suscribe como asesor designado mediante Resolución de Facultad N° **Número de resolución**, del proyecto de investigación titulado **Implementación de la metodología TPM para la mejora de la eficiencia global de los equipos en una empresa del sector molinero en Chiclayo 2023**, desarrollado por el(los) estudiante(s): **Quiroz Montenegro Max Ricardo, Quispe Mesta Danna Alessandra**, del programa de estudios de la **Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**, acredito haber revisado, realizado observaciones y recomendaciones pertinentes, encontrándose expedito para su revisión por parte del docente del curso.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

(Alviz Meza Anibal) (Asesor)	DNI:003974953	 firma
Quiroz Montenegro Max Ricardo	DNI: 73020911	
Quispe Mesta Danna Alessandra	DNI: 76031860	

Pimentel, 27 de Julio de 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

Turnitin-Tesis final-QUIROZ MONTENEGRO -QUISPE MESTA (para pasarle el turnitin).docx

RECUENTO DE PALABRAS

17591 Words

RECUENTO DE CARACTERES

95037 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

95 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.6MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 24, 2024 9:00 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 24, 2024 9:01 AM GMT-5

● **13% de similitud general**

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

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

Derechos Reservados - Copyright
 Dirección de Tecnología e Innovación
 Desarrollo de Sistemas
 eSeuss@crossref.org

● **Excluir del Reporte de Similitud**

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

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

ACTA DE SEGUNDO CONTROL DE ORIGINALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Jorge Tomás Cumpa Vásquez, Coordinador de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, he realizado el segundo control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos según la Directiva de similitud vigente en la USS, además certifico que la versión que hace entrega es la versión final del informe titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR MOLINERO EN CHICLAYO 2023**, elaborado por los bachilleres **QUIROZ MONTENEGRO MAX RICARDO** y **QUISPE MESTA DANNA ALESSANDRA**.

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **13%**, 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 las directivas vigentes sobre índice de similitud de los productos académicos de investigación vigente.

Pimentel, 23 de setiembre de 2024

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



Mg. Jorge Tomás Cumpa Vásquez
Coordinador de Investigación
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial
DNI N° 42851553