



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Plan de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la
disponibilidad de equipos en taller de maestranza El Alto, 2023.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Delgado Araujo, Luis Miguel (orcid.org/0000-0003-4549-0085)

ASESOR:

MSc. Seminario Atarama, Mario Roberto (orcid.org/0000-0002-9210-3650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, hermana y esposa, por su incondicional apoyo, confianza, y cariño, porque son ellos son el motor para seguir adelante. A mi hijo por lo que representa para mí y por ser portador de este gran logro.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios quien con su infinito amor nos ha dado la sabiduría suficiente para culminar la carrera universitaria, a mi asesor MSC. Seminario Atarama Mario Roberto por brindarnos los conocimientos necesarios para poder concluir con esta tesis de manera satisfactoria, a la universidad Cesar Vallejo por permitirme integrar a la generación de triunfadores que luchamos por nuestros sueños.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SEMINARIO ATARAMA MARIO ROBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Plan de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de equipos en taller de maestría El Alto, 2023.", cuyo autor es DELGADO ARAUJO LUIS MIGUEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 22 de Diciembre del 2023

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| SEMINARIO ATARAMA MARIO ROBERTO : 02633043 ORCID: 0000-0002-9210-3650 | Firmado electrónicamente por: MSEMARIOA el 22-12-2023 09:52:14 |

Código documento Trilce: INV - 1398378



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, DELGADO ARAUJO LUIS MIGUEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Plan de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de equipos en taller de maestranza El Alto, 2023.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

| Nombres y Apellidos | Firma |
|---|--|
| DELGADO ARAUJO LUIS MIGUEL DNI: 70130203 ORCID: 0000-0003-4549-0085 | Firmado electrónicamente por: LMDELGADOA el 21- 12-2023 07:50:54 |

Código documento Trilce: INV - 1398380

Índice de contenidos

| | |
|---|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Declaratoria de autenticidad del asesor | iv |
| Declaratoria de originalidad de autores..... | v |
| Índice de contenidos | vi |
| Índice de tablas | vii |
| Índice de figuras | viii |
| Resumen..... | ix |
| Abstract..... | x |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 13 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación..... | 13 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 14 |
| 3.3. Población, muestra, muestreo..... | 15 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 16 |
| 3.5. Procedimientos | 16 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 17 |
| 3.7. Aspectos éticos | 17 |
| IV. RESULTADOS | 18 |
| V. DISCUSIÓN | 27 |
| VI. CONCLUSIONES | 30 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 31 |
| REFERENCIAS..... | 32 |
| ANEXOS | |

Índice de tablas

| | |
|---|-----------|
| Tabla 1 Comparación de los TMPR | 19 |
| <i>Tabla 2. Cálculo de la normalidad para el TMPR mediante Shapiro Wilk</i> | <i>19</i> |
| <i>Tabla 3. Resultados de la prueba T para el TMPR</i> | <i>20</i> |
| Tabla 4 Comparación de los TMEF | 22 |
| <i>Tabla 5. Cálculo de la normalidad para el TMEF mediante Shapiro Wilk.....</i> | <i>22</i> |
| <i>Tabla 6. Resultados de la prueba T para el TMPR</i> | <i>23</i> |
| Tabla 7 Comparación de la disponibilidad..... | 25 |
| Tabla 8 Cálculo de la normalidad para la disponibilidad mediante Shapiro Wilk... | 25 |
| Tabla 9 Estadísticos de contraste | 26 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura N° 1 Estadísticos descriptivos del TMPR | 18 |
| Figura N°2 Estadísticos descriptivos del TMEF..... | 21 |
| Figura N°3 Estadísticos descriptivos de la disponibilidad..... | 24 |

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general aumentar la disponibilidad mediante la implementación de un plan de Gestión de Mantenimiento preventivo en el Taller de Maestranza "El Alto", en 2023, para ello se realizó un estudio cuantitativo de tipo aplicada, diseño experimental transversal y de alcance explicativo. La población estuvo conformada por todos los equipos del taller de maestranza, conformada por siete equipos, sobre los cuales se midieron los indicadores de eficiencia, eficacia y productividad y se obtuvo como resultado que existe una diferencia significativa entre los valores del pre y post test de la disponibilidad concluyendo que el aumento se debe a la influencia de la implementación del mantenimiento preventivo. Se determinó que el indicador TMPR disminuyó en 34,29% y el TMEF se incrementó en un 95,28%. Se concluyó que se consiguió incrementar la disponibilidad en un 23%, mediante la ejecución del plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo, en el taller de maestranza el Alto durante el año 2023. Esto implica que, al realizar un mantenimiento de manera regular y planificada, los equipos tienden a sufrir menos desgaste, lo cual conlleva a una prolongación de su vida útil.

Palabras clave: mantenimiento preventivo, disponibilidad, gestión de mantenimiento..torn

ABSTRACT

The general objective of this research was to increase availability through the implementation of a Preventive Maintenance Management plan in the Maestranza "El Alto" Workshop, in 2023, for this purpose, an applied quantitative study, transversal experimental design and explanatory scope was carried out. . The population was made up of all the teams of the master workshop, made up of seven teams, on which the indicators of efficiency, effectiveness and productivity were measured and the result was that there is a significant difference between the values of the pre and post test of availability concluding that the increase is due to the influence of the implementation of preventive maintenance. It was determined that the TMPR indicator decreased by 34.29% and the TMEF increased by 95.28%. It was concluded that availability was increased by 23%, through the execution of the Preventive Maintenance Management plan, in the El Alto workshop during 2023. This implies that, by carrying out maintenance in a regular and planned manner, Equipment tends to suffer less wear, which leads to a prolongation of its useful life.

Keywords: preventive maintenance, availability, maintenance management.

I. INTRODUCCIÓN

El entorno operativo de las industrias en los últimos años ha experimentado modificaciones significativas, llevando a las empresas a dirigir inversiones de capital hacia gastos operativos de activos como medida de respaldo ante una creciente demanda de disponibilidad y confiabilidad (Hauser et al., 2017). La gestión de mantenimiento (GM), así como sus procesos y actividades asociadas, tiene un papel fundamental para conseguir la máxima disponibilidad de los activos de cada organización (Díaz et al., 2017 citado por Gutiérrez, 2021). Por lo tanto, la GM adquiere una importancia significativa, exigiendo la aplicación de tecnologías y prácticas modernas, considerando además sus impactos económicos y sociales.

A nivel internacional, se puede observar un creciente reconocimiento de la importancia del mantenimiento en México, tanto en el ámbito de bienes como en servicios. Un mantenimiento adecuado se ha vuelto crucial, ya que garantiza la continuidad de las operaciones diarias al prevenir posibles retrasos en el flujo de trabajo debido a fallas mecánicas (Fernández et al., 2019). Por otro lado, en Cuba, se subraya la necesidad de evaluar si los trabajos de mantenimiento están debidamente planificados en la gestión empresarial (Marrero et al., 2019). Mientras tanto, en Países Bajos, aún persisten empresas que se limitan al mantenimiento correctivo, optando por inspeccionar maquinaria y herramientas solo cuando surgen fallos (Ruili, 2023). Adicionalmente, en Portugal, se evidencia que el mantenimiento desempeña un papel cada vez más crucial en la planificación y estrategias de producción de algunas empresas. Estas compañías optan por implementar programas estratégicos y emplear la metodología del Total Productive Maintenance (TPM) para eliminar pérdidas debido a ineficiencias (Pinto et al., 2020). Por último, en República Checa, varios estudios reconocen que el enfoque del mantenimiento se centra en mantener operativa la producción y otros equipos, con el objetivo de prevenir o minimizar interrupciones generadas por fallas convencionales y no convencionales que pueden resultar en costos inesperados (Hardt et al., 2021).

En Perú, específicamente en el sector textil, se implementó un enfoque de Reliability Centered Maintenance (RCM) para mejorar la disponibilidad de las máquinas, logrando un mayor control sobre las fallas recurrentes, los costos

incurridos y el impacto en la producción, entre otros criterios relevantes. Esta iniciativa permitió identificar la falla más crítica y establecer un cronograma de mantenimiento con instrucciones específicas para respaldar las operaciones de la empresa (Uribe, 2020). Es esencial, ya que su implementación mejora la productividad, considerando aspectos como el costo, el plazo y la calidad, garantizando no solo el funcionamiento de la maquinaria, sino también respaldando el presupuesto y el tiempo (Vera y Torres, 2021). En Piura, la ausencia de un programa de mantenimiento ha generado inconformidades en los clientes y pérdidas económicas para las empresas, debido al aumento del tiempo de inactividad de la maquinaria y al incremento de los costos asociados a su mantenimiento (Vergara et al., 2022).

En la localidad de El Alto, ubicada en la provincia de Talara, dentro del departamento de Piura, se encuentra el Taller de Maestranza El Alto, equipado con una variedad de equipos como torno paralelo, taladro radial, cepillo de codo, máquina de soldar, amoladora, motosoldadora y equipo de oxicorte. Durante el período 2020-2022, el taller experimentó paradas durante las actividades programadas debido a fallas en diversas máquinas, a las cuales se les realizó mantenimiento correctivo. Esto resultó en una baja disponibilidad de las máquinas y se reflejó en ingresos reducidos en ciertos meses durante ese período. Una de las causas subyacentes de estas paradas se atribuye a la carencia en el taller de un programa de mantenimiento preventivo.

A partir de esta información, surge la interrogante general: ¿En qué medida se incrementa la disponibilidad mediante la implementación de un plan de MP p en el Taller de Maestranza El Alto, en 2023? Para responder a esta pregunta, se formularon preguntas específicas: ¿En qué medida disminuye el Tiempo Medio para Reparar (TMPR) mediante la implementación de un plan de GM preventivo en el Taller de Maestranza El Alto, en 2023? y ¿En qué medida aumenta el Tiempo Medio entre Fallas (TMEF) mediante la implementación de un plan de GM preventivo en el Taller de Maestranza El Alto, en 2023?

Este estudio se justificó teóricamente al fundamentarse en conceptos clave relacionados con la GM preventivo y la disponibilidad de equipos, respaldado por investigaciones previas que han demostrado resultados positivos en la solución de

fallas en equipos de talleres, mejorando así la productividad y calidad de las actividades. También se justifica prácticamente, ya que permitió a la organización implementar una GM efectiva y lograr una buena disponibilidad de equipos. Desde el punto de vista metodológico, los instrumentos desarrollados constituyen una contribución valiosa para investigaciones que involucran las variables mencionadas.

El objetivo general del estudio fue aumentar la disponibilidad mediante la implementación de un plan de GM preventivo en el Taller de Maestranza El Alto, en 2023. Para conseguir este objetivo, se desarrollaron los objetivos específicos siguientes: determinar en qué medida disminuye el Tiempo Medio para Reparar (TMPR) mediante la implementación de un plan de GM preventivo en el Taller de Maestranza El Alto, en 2023 y Determinar en qué medida aumenta el Tiempo Medio entre Fallas (TMEF) mediante la implementación de un plan de GM preventivo en el Taller de Maestranza El Alto, en 2023.

La hipótesis general formulada fue la siguiente: la aplicación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo permitirá incrementar la disponibilidad de los equipos en el Taller de Maestranza El Alto, en 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Alva y Peña (2022) llevaron a cabo un programa de MP con la finalidad de mejorar la eficiencia operativa perteneciente a la organización ITEMSA PERU S.A.C. Este programa incluyó la aplicación de herramientas como la recolección y registro de datos. Los resultados obtenidos revelaron que los costos asociados al mantenimiento correctivo no planificado ascendieron a \$10,443.33. Sin embargo, tras la implementación del plan de MP planificado, estos costos disminuyeron a \$8,876.68. Los indicadores financieros derivados de esta iniciativa demostraron una tasa interna de retorno (TIR) del 51%, superando al costo ponderado del capital (WACC). Esto sugiere que el enfoque de mantenimiento propuesto es financieramente viable. Además, el Valor Actual Neto (VAN) resultó ser \$7,611.58 mayor a cero, indicando una rentabilidad positiva. En resumen, se concluye que la falta de implementación del enfoque de mantenimiento preventivo en las máquinas de la zona de producción de la organización está generando retrasos en la producción y, por ende, afectando la ejecución de sus proyectos.

Vergara y colaboradores (2022) presentaron una propuesta de plan de MP para la flota de tracto remolcadores de la empresa Iberoamericana de Transportes SRL. El objetivo principal era incrementar la disponibilidad de los vehículos y reducir los costos asociados al mantenimiento, utilizando herramientas como cuestionarios, fichas de registros y formatos. Los resultados revelaron que el 80% de las fallas se concentraban en sistemas como motor, suspensión, neumáticos y transmisión. El costo asociado al mantenimiento correctivo representaba el 45%, mientras que el preventivo constituía el 37% del costo total. A pesar de contar con una disponibilidad del 90%, se identificó la necesidad de alcanzar un 97% para considerarlo adecuado. Dado que la empresa posee únicamente 10 tracto remolcadores, el enfoque de mantenimiento propuesto resulta viable, con actividades establecidas por los fabricantes, control de fallas, análisis de lubricantes y la aplicación de registros y procedimientos. En conclusión, el plan de mantenimiento preventivo y correctivo implementado demostró mejoras significativas en términos de disminución de costos e incremento de la disponibilidad de la flota de tracto remolcadores.

Muñoz (2021) desarrolló una propuesta de MP con el objetivo de aumentar la disponibilidad de los volquetes Sinotruk Homo A7 pertenecientes a una empresa constructora. Este planteamiento se basó en la utilización de instrumentos como entrevistas y observaciones de campo. Los resultados obtenidos respecto al mantenimiento preventivo propuesto para los volquetes Sinotruk Howo A7 fueron positivos, logrando mejorar la disponibilidad en un 13.6% y la fiabilidad en un 0.5%. Se concluyó que el enfoque de mantenimiento preventivo para los volquetes es efectivo, mostrando un aumento progresivo en términos de disponibilidad y fiabilidad. Este incremento busca asegurar que la organización pueda cumplir con los requisitos establecidos en sus cotizaciones a los clientes, garantizando la capacidad de brindar servicios de manera óptima.

Rivera y Valderrama (2021) propusieron un planteamiento de MP para incrementar su disponibilidad de excavadora hidráulica PC4000 KOMATSU de su organización, donde aplicaron instrumentos como antecedentes de las unidades y análisis de datos. Obteniendo como resultado que su planteamiento de MP de su excavadora hidráulica permitió una eficiencia promedio de un 85%, un promedio para disponibilidad fue 97.4% y fiabilidad promedio de 90.6%; llegando a concluir que el planteamiento de mantenimiento preventivo es adecuado, considerando un incremento de la eficacia, disponibilidad y fiabilidad.

Por otro lado, en el artículo de Rossi et al. (2021) tuvieron como fin conservar lo más posible el rendimiento de las máquinas CNC, aplicando instrumentos como estudio de casos de máquinas de control numérico por computadora (CNC). Teniendo como resultado la trazabilidad de sus intervenciones de mantenimiento para que asegure la ejecución de sus labores de mantenimiento según a los fabricantes de máquinas CNC y participaciones de sus operadores de máquinas en el mantenimiento de sus equipos para el mejoramiento del rendimiento de producción y confiabilidad de sus activos; concluyendo que la metodología plantea su mejoramiento de planificación del mantenimiento por primera vez, donde permitió al cliente final a disponer de una cobertura básica primera de mantenimiento de sus equipos junto con su garantía de que se inicie una acumulación de datos de mantenimiento.

En cuanto al artículo de Vera y Torres (2021), los autores analizaron las pautas del planteamiento de mantenimiento y eficacia en su procesamiento agroindustrial, aplicaron el instrumento de estudio de casos en artículos, tesis y libros. Considerando variables como organización, programación, control, errores, formación, costes, productividad, seguridad, higiene en el trabajo y contaminación ambiental, encontramos que su mantenimiento tiene una eficacia media del 87,5%, lo que nos lleva a la conclusión de que su mantenimiento es crucial para los procesos productivos de estas industrias y agroindustrias.

En el estudio de Yong y Núñez (2021), se introdujeron herramientas de gestión destinadas a mejorar el rendimiento de la zona de producción de una empresa de metalmecánica en Talara. Para ello, se aplicaron diversas metodologías, incluyendo cuestionarios, análisis documental y fichas de cálculo de eficacia y eficiencia. Los hallazgos indicaron que casi la mitad de las fallas en las máquinas de soldar se debían a ajustes defectuosos del par de apriete. Además, se identificó que tres de cada cinco máquinas de soldar experimentaron averías, totalizando 18 incidentes a lo largo de un semestre. En consecuencia, se concluye que el plan de gestión del mantenimiento tiene como objetivo contribuir al proceso de producción mediante la implementación del enfoque de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).

Con respecto a la investigación de Calderón y Cárdenas (2020), los autores determinaron un diseño del planteamiento de mantenimiento preventivo utilizando el sistema de información de mantenimiento de mejoramiento de su rendimiento con respecto a zona de producción de cables eléctricos en la empresa INDECO, donde se aplicó instrumentos como los datos e información. Obteniendo como resultado que se determinó que después de la aplicación de planes adquirieron los resultados en cuanto a la eficiencia igual a 0.933, incrementando un 20% y una eficacia de 0.939 incrementando un 18.9%; en conclusión, el planteamiento de mantenimiento preventivo se basa en su sistema de información de mantenimiento de mejoramiento en su rendimiento con respecto a zona de producción de cables eléctricos.

En el estudio realizado por Chávez y Polo (2020), se propuso la

implementación de un programa de mantenimiento preventivo específicamente dirigido a los equipos de presurización con alta criticidad en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa Barranca. Los resultados obtenidos mostraron que la aplicación del plan de MP en los equipos de presurización críticos condujo a una notable reducción en los tiempos de falla. Asimismo, se evidenció una disminución en el costo de falla por horas, generando un ahorro económico de S/.41,729.16 por trimestre. La disponibilidad de los equipos alcanzó el 97%, superando el objetivo establecido del 50%. La conclusión central del estudio fue que, mediante la recolección de datos asociado a la auditoría de mantenimiento, se evaluó una situación inicial del Índice de Mantenimiento (GM) con un valor del 28%, indicando que la gestión actual es deficiente.

En la investigación realizada por Aldana (2019), se propuso examinar de qué manera la gestión del MP contribuye a mejorar la disponibilidad de los equipos mineros en una empresa dedicada a la minería. Este análisis se sitúa dentro del ámbito de la investigación aplicada, adoptando un enfoque cuantitativo, un nivel explicativo y un diseño cuasi experimental. La población examinada consistió en los equipos de transporte minero, y la muestra estuvo compuesta por nueve unidades pertenecientes a la unidad Inmaculada de Ayacucho. La población bajo estudio comprendió los equipos de transporte mineros (9), y la muestra estuvo constituida por maquinarias que forman parte de la unidad Inmaculada de Ayacucho.. Se utilizaron la observación directa como técnica y la guía de observación como instrumento. Los resultados obtenidos indicaron que la disponibilidad de los equipos experimentó un aumento significativo, pasando del 87.51% al 91.57%, lo que representa un incremento promedio del 4.06%. Este incremento se percibe como un valor representativo para la institución. Además, se identificó que el promedio de horas del Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF) de los equipos mineros aumentó en un 34.88% después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo. Como conclusión, Aldana afirmó que la aplicación de la gestión del MP tiene un impacto significativo y favorable en la disponibilidad de los equipos mineros de transporte en la unidad Inmaculada-Ayacucho de la empresa Unión de Concreteras S.A.

En el artículo Martins et al. (2020), se aplicó un conjunto de métodos y filosofías para el mejoramiento de su proceso de GM preventivo, ya que aplicaron instrumentos como el de identificar sus principales problemas de la empresa en cuanto a mantenimiento, aplicación de tácticas de mantenimiento mixto basándose en el RCM y el TPM. Obteniendo como resultado que se desarrolló e implementó su metodología de clasificación crítica de equipos en función de su importancia para su procesamiento de producción; concluyendo que llevar a la acción diversas herramientas de forma organizada y compartir su información y responsabilidades con los trabajadores pueden resultar en importantes ahorros para su empresa, haciendo que su función de mantenimiento sea más eficaz.

En el artículo de Pinto et al. (2020) se implementó su planteamiento estratégico de mantenimiento aplicado en la industria - empresa de Embragues y Controles Hidráulicos, donde aplicaron instrumentos como condiciones para las aplicaciones de la metodología TPM y recolección de datos de fallas de máquinas para tres meses. Su resultado en el procedimiento se estipula que la primera intervención corresponde al trabajador que detectó su daño; llegando a la conclusión de que el problema detectado con respecto al llenado del refrigerante en el tanque no se puede considerar un mal funcionamiento, sin embargo, es un problema que causa pérdida de tiempo y gastos que son excesivos.

Roncal (2020) llevó a cabo un estudio para determinar el impacto de un enfoque de mantenimiento preventivo en la productividad de la empresa BODSERG S.A.C., dedicada a la comercialización y servicios en Paiján. Se utilizaron herramientas como encuestas y análisis documental. Los resultados indicaron que la implementación del MP tuvo un efecto positivo en la productividad, evidenciado por un aumento del 14% en el promedio total. Después de evaluar el estado actual, se concluyó que factores como un mantenimiento inadecuado, la falta de herramientas apropiadas y la baja eficacia inicial del control de producción (ambos con valores de 0,70 y 0,71) son los principales obstáculos que afectan la productividad de la empresa.

Por otro lado, Quispe (2021) realizó una investigación con el propósito de evaluar el impacto de la implementación de un plan de MP en la disponibilidad del

molino de Guadalupe S.A.C. El estudio se clasificó como aplicado, con un diseño preexperimental, enfoque cuantitativo y nivel explicativo. Se utilizaron técnicas de observación y análisis de documentos, utilizando instrumentos como fichas de registro para recopilar datos durante 26 días antes y después de la aplicación del estímulo. La población incluyó las 32 maquinarias de la línea de producción. Los resultados revelaron que la disponibilidad aumentó del 87.81% a un 98.43%. Además, se observaron cambios positivos en el Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF) y en el Tiempo Medio de Reparación (TMPR), indicando una mejora sustancial en la eficiencia del molino después de la implementación del PM.

En el estudio realizado por Rosas en 2020, se investigaron las características del mantenimiento preventivo de los equipos en la Empresa Lubriseng E.I.R.L. en Talara durante el año 2019. Se empleó la ficha de registro de indicadores de mantenimiento preventivo como instrumento principal. El análisis de los resultados reveló el índice del Porcentaje de Mantenimiento Preventivo (PMP), el cual experimentó un incremento promedio del 13% durante el trimestre estudiado. Esta conclusión se basó en la determinación de un indicador del Porcentaje de Mantenimiento Correctivo (PMC), que alcanzó un valor promedio del 61% en el mismo periodo.

Por otro lado, Vargas (2020) evaluó las prácticas de mantenimiento orientadas a mejorar la disponibilidad operativa de los equipos en la planta de BA Servicios Ambientales SAC. Se utilizaron herramientas como la recopilación de datos, registros de mantenimiento y hojas de vida de los equipos. Los meses con valor 1 indica que la maquinaria no había recibido mantenimiento, sugiriendo un funcionamiento al 90% de su capacidad. Las pruebas demostraron que los diagnósticos revelaron deficiencias en la gestión de los costos de mantenimiento y la velocidad de mantenimiento, lo que se tradujo en una mejora en la distribución de los equipos.

En relación con la investigación de Rubio (2019), el autor implementó un programa de MP para la maquinaria pesada y vehículos administrativos de un Municipio. Se utilizó el instrumento de recolección de datos. El análisis de los resultados iniciales y finales indicó que es factible alcanzar un 67% de

mantenimiento correctivo y un 22% de mantenimiento preventivo. Sin embargo, al desarrollar un enfoque de mantenimiento centrado en la mejora continua, se logró modificar esta proporción a un 60% de mantenimiento preventivo y solo un 30% de mantenimiento correctivo. En conclusión, los resultados sugieren la necesidad de implementar un plan de MP programado para mejorar la vida útil y disponibilidad de las máquinas.

En relación al marco conceptual se consideraron las definiciones de las variables mantenimiento preventivo y disponibilidad.

La variable mantenimiento preventivo, se define como brindar un servicio de mantenimiento antes de que falle un equipo, permitiendo a una organización alcanzar sus propósitos, asumiendo que uno de estos propósitos principales es maximizar la disponibilidad del equipo (Martins et al., 2020). Por otro lado, se puede considerar como una herramienta esencial para el logro de los propósitos productivos y eficaces de los equipos, incluyendo la disminución de costos en mantener sus plantas industriales, maquinarias y equipos (Vera y Torres, 2021). También, se define como la prevención de fallas mediante mantenimientos planificados a equipos, instalaciones y sistemas a través de su organización y programación con el propósito de incrementar sus recursos y funcionamientos de equipos (Chávez y D'Angelo, 2022).

En relación a la variable disponibilidad, está definida como el tiempo en que los equipos y/o máquinas se encuentran mecánicamente operativas, estableciendo un porcentaje en relación a un tiempo nominal determinado (Alvarez y Mejía, 2022). También se puede considerar como un propósito de desarrollar una función en un tiempo determinado en circunstancias y rendimientos definidos (Rivera y Valderrama, 2022). Además, se define como la posibilidad de que el equipo pueda mantenerse en su funcionamiento en un tiempo determinado (Silva, 2020). Finalmente, se define como un tiempo medio entre fallas y un tiempo medio entre reparaciones, relacionándose como un índice de fallas de sus equipos (Chayguaque y Horna, 2022).

Existen diversas propuestas en relación con las dimensiones del

mantenimiento preventivo. Entre ellas se encuentran la confiabilidad, que incorpora la tasa de fallos aleatorios, y la mantenibilidad, que se basa en el tiempo medio de reparación. Además, se destaca el enfoque de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) como una estrategia para mejorar el plan de mantenimiento preventivo, como lo señalan Rivera (2021), Arteaga y Gorozabel (2021), y Afzali et al. (2019). Otras dimensiones consideradas incluyen el mantenimiento preventivo en actividades, fallas y tiempo de funcionamiento, según los datos proporcionados por la empresa (Chávez y D'Angelo, 2022). Muñoz (2021) propone como dimensión del plan de mantenimiento aspectos como la planificación, organización, evaluación y control de equipos. En cuanto a los diferentes tipos de mantenimiento, se identifican el correctivo, preventivo y predictivo (Tasé et al., 2020). Además, se consideran dimensiones como el diagnóstico, la planificación y el control del mantenimiento (Marrero et al., 2019).

En relación con las dimensiones de la disponibilidad, se abordan las propuestas de Chávez y Polo (2020), quienes consideran las dimensiones de disponibilidad inicial y final. Asimismo, se analiza la confiabilidad, tomando en cuenta el tiempo medio entre fallas, las horas de operación y el número total de fallas, según Arteaga y Gorozabel (2021) y Calderón y Cárdenas (2020). En cuanto a la mantenibilidad, se consideran el tiempo entre fallas, el tiempo total de fallas y el número total de fallas, como indican Peñafiel et al. (2021) y Paredes (2019). También se abordan aspectos como el costo de mantenimiento, el costo de mantenimiento por gasto real en mantenimiento y el volumen total por mes. Otros autores dimensionan la disponibilidad en términos de MTBF (Mean Time Between Failures) y MTTR (Mean Time To Repair), que representan el periodo entre averías y el periodo medio entre la reparación de dicha avería, respectivamente (Cotrina y Eduardo, 2020).

En cuanto a las teorías relacionadas con el mantenimiento preventivo, Rivera (2021) destaca que las teorías principales son los tipos de mantenimiento, como el correctivo y el preventivo. Además, se considera la metodología RCM como fundamental para elaborar el plan de mantenimiento preventivo, según Silva (2020) y Uribe (2020). Martín et al. (2020) identifican como teorías principales al RCM y al

TPM (Total Productive Maintenance). También se menciona al programa de mantenimiento como teoría principal, ya que garantiza el funcionamiento de los equipos y maquinarias (Vera y Torres, 2021). Respecto a la disponibilidad, las teorías principales son el tiempo promedio entre fallas (TMEF) y el tiempo promedio de reparación (TMPR), esenciales para evaluar la disponibilidad de los equipos (Vargas, 2020). Rivera y Valderrama (2022) y Muñoz (2021) señalan como teorías principales el tiempo total de funcionamiento (TF) y el tiempo de indisponibilidad (TI), indicadores esenciales para calcular la disponibilidad de una máquina. También se considera como teoría principal el análisis de criticidad del equipo, que analiza las fallas y datos históricos de los equipos (Chávez y Polo, 2020). Por último, en relación con la disponibilidad, se menciona la teoría del KPI (Key Performance Indicator), ya que permite evaluar el desempeño del mantenimiento de los equipos, teniendo en cuenta el tiempo (Alvarez y Mejía, 2022).

En términos normativos a nivel internacional, la norma ISO 14000 proporciona directrices para la Gestión Ambiental (GA), abordando medidas que incluyen el monitoreo y regulación de materiales utilizados, sustancias potencialmente peligrosas, la evaluación de alternativas para reemplazar materiales y sustancias perjudiciales para el medio ambiente, prácticas de etiquetado y la optimización de la gestión de recursos naturales. En resumen, la norma ISO 14000 promueve la aplicación de modelos de mejora continua que abordan acciones de planificación, ejecución, verificación e intervención, con el objetivo de garantizar mejoras ambientales en el área productiva (Chucchucan, 2019)..

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La naturaleza de la investigación se alineó con un enfoque aplicado, puesto que no solo busca generar conocimiento sobre el tema en cuestión, sino que también busca solucionar la problemática referida a la baja disponibilidad de equipos en taller de maestranza – El Alto. Respecto al enfoque correspondió al tipo mixto puesto que algunos datos recolectados son de carácter numérico como el registro del número de fallas, el tiempo medio entre fallas, la disponibilidad, etc. Además, es de carácter cualitativo ya que se realizó una descripción de la disponibilidad y la GM.

Diseño de investigación

El estudio adoptó un diseño experimental para evidenciar la influencia de la variable independiente (plan de mantenimiento preventivo) en la variable dependiente (disponibilidad). Según el alcance la investigación fue explicativa, puesto que no solo describe la disponibilidad como variable dependiente, sino que también abordará las causas del problema, así como las consecuencias que ha tenido en el taller de maestranza. El esquema empleado se muestra en el esquema:

$$G: O1 - X - O2$$

En el cual:

G corresponde a los equipos del taller de maestranza.

O1 y O2 representan las mediciones del Tiempo Medio de Reparación (TMPR), Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF) y disponibilidad antes y después de la implementación del estímulo.

X se refiere al estímulo (plan de mantenimiento preventivo).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Plan de GM preventivo

Definición conceptual:

Consiste en la realización de un servicio de mantenimiento antes de que falle un equipo, permitiendo a una organización alcanzar sus propósitos, asumiendo que uno de estos propósitos principales es maximizar la disponibilidad del equipo (Martins et al., 2020)

Definición operacional:

Será medido por medio de un diagnóstico, mantenimiento y plan de mantenimiento a través de los Indicadores: grado de criticidad, riesgo de equipo, mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo, planificación, organización, evaluación y control de equipos.

Variable dependiente: Disponibilidad

Definición conceptual

Consiste en el tiempo en que los equipos y/o máquinas se encuentran mecánicamente operativas, estableciendo un porcentaje en relación a un tiempo nominal determinado (Alvarez y Mejía, 2022).

Definición operacional

Para medir el porcentaje de disponibilidad de los equipos en taller de maestranza se utilizaron las dimensiones de fiabilidad y mantenibilidad y operacionalizado mediante sus indicadores TMEF y TMPR respectivamente.

El indicador TMEF está referido al tiempo promedio de producción que transcurre entre una falla y la próxima ocasión que ocurre (Canahua, 2021). Se calcula con la expresión:

1.

$$TMEF = \frac{\text{Tiempo de operación en horas}}{\text{Número de fallas}} \dots\dots\dots (1)$$

El indicador TMPR mide el tiempo que lleva realizar una reparación después que ocurra la falla (Canahua, 2021). Se calcula con la expresión 2.

$$TMPR = \frac{\text{Tiempo total de reparación en horas}}{\text{Número de fallas}} \dots\dots\dots (2)$$

3.3. Población, muestra, muestreo

Población

Es el ámbito de la investigación que se estudia para generalizar los resultados, y está formado por rasgos o indicadores que ayudan a distinguir un conjunto de sujetos de otro (Arispe et al., 2020). En el estudio estuvo conformada por todos los equipos del taller de maestranza.

- **Criterios de inclusión:**

Equipos de los cuales se lleve un registro de fallas y que el investigador tuvo acceso

- **Criterios de exclusión:**

Aquellos equipos que se encontraron en mantenimiento o averiados durante el estudio.

Muestra

La muestra está conformada por siete equipos del taller, que son un torno paralelo, taladro radial, cepillo de codo (limadora), máquina de soldar, amoladora, moto soldadora y equipo de oxicorte.

Muestreo

Debido a que la muestra es igual a la población, el muestreo fue censal; según Arias y Covinos (2021) señalan que en este muestreo se considera como parte de la investigación a todos los individuos, cosas o fenómenos como parte de la muestra.

Unidad de análisis

Está representada por cada uno de los equipos del taller de maestranza.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

En el estudio se utilizó la observación para adquirir la información sobre las fallas presentadas en los equipos. Por otro lado, se empleó la entrevista para recoger información de los operarios y jefes acerca de la GM preventivo y la disponibilidad de equipos. También, se utilizó el análisis documental para recolectar información acerca de las normativas empleadas para el diseño del plan de mantenimiento preventivo.

Instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron guías de observación para las fallas, para el análisis de modo de falla. La primera se aplicó en el periodo de una semana para la evaluación de la disponibilidad actual de los equipos y permitió diseñar el plan de mantenimiento acorde a la realidad. La segunda se aplicó durante una semana después de la implementación del plan de GM, la cual mostró la situación final de la disponibilidad y el efecto que tuvo el plan. La ficha de análisis documental permitió identificar las normativas empleadas para diseñar el plan de GM preventivo. La guía de entrevista permitió evaluar antes de la implementación del plan y que aspectos mejorar por medio del mismo. La guía de entrevista permitió rescatar los puntos deficientes de la GM y establecer las estrategias adecuadas para el plan propuesto.

Validación y confiabilidad

La validación de instrumentos se realizó por medio del juicio de expertos, mostrando los resultados en el Anexo 3. Al no utilizar cuestionarios no se realizó la fiabilidad de los mismos.

3.5. Procedimientos

Se solicitó la autorización a la empresa en estudio para la aplicación de los instrumentos; empezando con la explicación del consentimiento informado a los operarios y a los jefes. Luego se aplicó la guía de entrevista acerca de la disponibilidad de los equipos a los operarios y la guía de entrevista acerca de la

GM a los jefes. Se aplicó la guía de observación acerca de la lista de fallas y se realizó el análisis de modo y efecto de falla; A continuación, se evaluó la disponibilidad de los equipos. Finalmente se aplicó la ficha de análisis documental acerca de las normativas empleadas y junto con la problemática identificada para diseñar el plan de GM y luego se procedió a su aplicación. Se realizó la evaluación estadística para la comprobación de las hipótesis.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de los resultados, se emplearon estadísticos descriptivos de tendencia central (moda y mediana), así como medidas de dispersión estándar; adicionalmente, se evaluó la dispersión. Posteriormente, para cada conjunto de valores del pre y post test de la variable dependiente, se verificó la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Se observó que los valores del TMPR y TMEF mostraron un comportamiento normal, lo que permitió la aplicación de la prueba T para datos relacionados con el fin de contrastar las hipótesis. En cuanto a los valores de disponibilidad, se encontró que los datos del pretest presentaron normalidad, mientras que los del post test no. Esto condujo a la utilización de la prueba no paramétrica de Wilcoxon para evaluar la hipótesis general.

3.7. Aspectos éticos

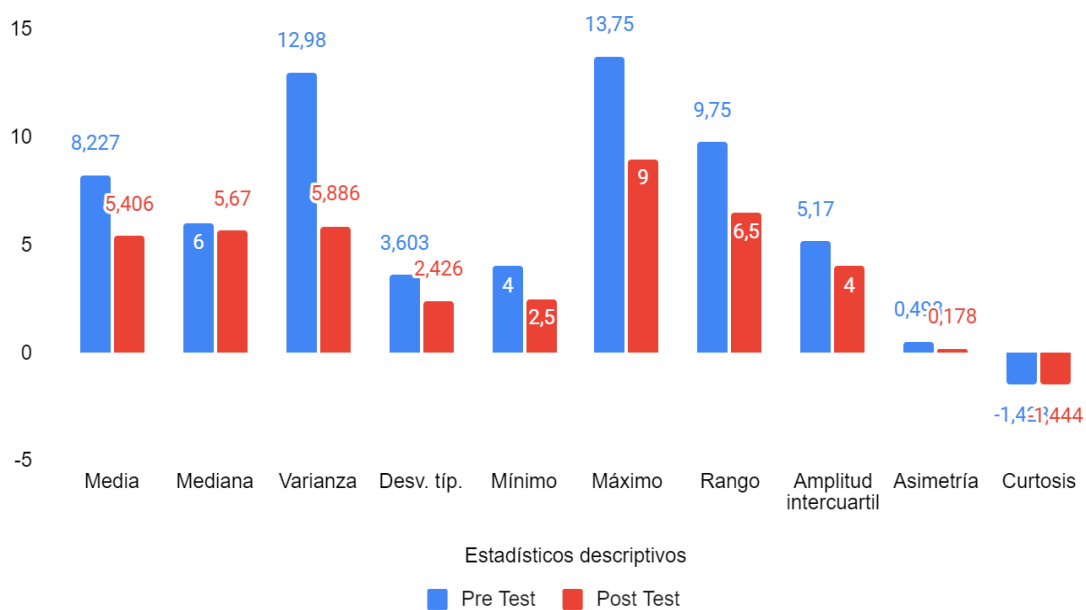
Se utilizó el principio de la autonomía al dar a conocer a los operarios y a los jefes acerca de que ellos pueden tomar la decisión de responder o no a los cuestionarios y entrevistas. También el principio de beneficencia, ya que por medio del estudio los trabajadores de la empresa se verán beneficiados con el plan de mantenimiento. Por el principio de la no maleficencia, en ningún momento de la investigación se buscó perjudicar a ninguna persona al recolectar la información y tampoco se buscó realizar algún daño a la entidad de estudio. Se respetó a todas las personas implicadas en este estudio. Finalmente, mediante el principio de justicia, a todas las personas involucradas se les trató de manera equitativa.

IV. RESULTADOS

Variación del tiempo medio para la reparación (TMPR) con la aplicación del Plan de Mantenimiento

En la figura 1 se detallan los estadísticos descriptivos para el TMPR antes y después de aplicar el Plan de mantenimiento.

Ilustración 1 Estadísticos descriptivos del TMPR



Las medidas de tendencia central del TMPR para el pre test, (media 8,227; y mediana, 6,000), son ligeramente superiores a los valores del post test (media 5,406; y mediana, 5,670). En relación a las medidas de dispersión para el pre test, desviación estándar (3,603) se observa que es superior a la del post test (2,426). En cuanto a la asimetría positiva del pre test 0,498 frente a un valor menor del post test 0,178 se afirma ambas están sesgadas hacia la derecha siendo ese sesgo menor en el post test

En la Tabla 1 se muestra el comparativo de los valores de TMPR antes y después de la aplicación del Plan de Mantenimiento.

Tabla 1 Comparación de los TMPR

| Equipo | Antes | Después |
|--------------------|-------|---------|
| Torno paralelo | 6,00 | 3,00 |
| Taladro radial | 13,75 | 9,00 |
| Limadora | 11,17 | 7,00 |
| Soldadora | 10,67 | 7,00 |
| Amoladora | 6,00 | 3,67 |
| Moto soldadora | 6,00 | 5,67 |
| Equipo de oxicorte | 4,00 | 2,50 |
| Promedio | 8,23 | 5,41 |

La tabla 1 muestra que cada uno de los valores de TMPR después de la aplicación del Plan de mantenimiento presenta un menor valor. Para comprobar si esta variación positiva es consecuencia de la aplicación del estímulo se realiza la prueba estadística.

Antes de aplicar la prueba estadística se determinó la normalidad de los valores del TMPR antes y después de la aplicación del estímulo mediante la prueba de Shapiro Wilk (tabla 2), por ser el número de datos inferior a 50.

Tabla 2. Cálculo de la normalidad para el TMPR mediante Shapiro Wilk

| Estadístico | gl | Sig. |
|-------------|----|-------|
| 0,885 | 7 | 0,249 |
| 0,930 | 7 | 0,555 |

* Este es un límite inferior de la significación verdadera. a Corrección de la significación de Lilliefors

En ambos casos, los valores del TMPR antes y después, presentan un valor de Sig. superior a 0,05 por lo que se puede concluir que ambos presentan una distribución normal.

Utilizando la prueba T para muestras relacionadas se probó la hipótesis:

Ho: El TMRP NO disminuye significativamente después de la aplicación del plan de mantenimiento

H1: El TMRP disminuye significativamente después de la aplicación del plan de mantenimiento

Los resultados de la prueba de muestras relacionadas para el TMRP se detallan en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de la prueba T para el TMRP

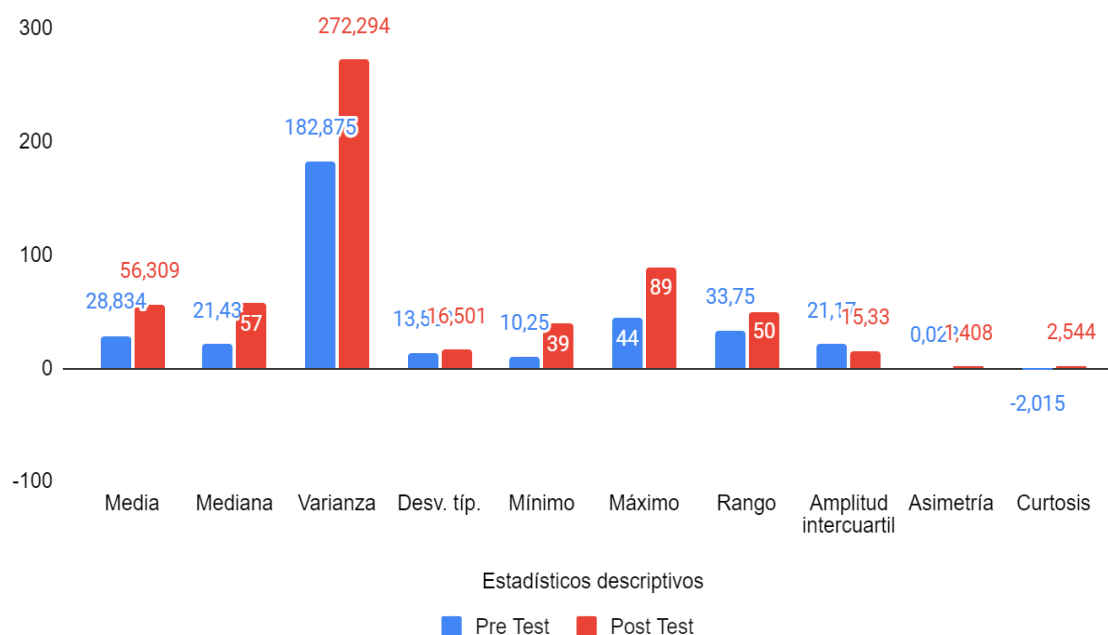
| | | Diferencias relacionadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
|-------|-----------|--------------------------|--------------------|------------------------------|---|----------|-------|-------|---------------------|
| Par 1 | Pre_Test | Media | Desviación típ. | Error típ. de la media | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | | 4,804 | 6,000 | 0,003 |
| | Post_Test | | | | Inferior | Superior | | | |
| | | 2,821 | 1,554 | 0,587 | 1,384 | 4,258 | | | |

En la tabla 3 se aprecia que el valor de Sig. equivale a 0,003 que es menor a 0,05 demostrando que existe una diferencia significativa entre los valores del pre y post test por lo que se concluye que la disminución del TMRP se debe a la influencia de la implementación del mantenimiento preventivo.

Variación del tiempo medio entre fallas (TMEF) con la aplicación del Plan de Mantenimiento

En la figura 2 se detallan los estadísticos descriptivos para el TMEF antes y después de aplicar el Plan de mantenimiento.

Ilustración 2 Estadísticos descriptivos del TMEF



Las medidas de tendencia central del TMEF para el pre test, (media 28,834; y mediana, 21,430), son inferiores a los valores del post test (media 56,309; y mediana, 57,000). En relación a las medidas de dispersión para el pre test, desviación estándar (13,523) se observa que es inferior a la del post test (16,501). En cuanto a la asimetría positiva del pre test 0,028 frente a un valor menor del post test 1,408 se afirma ambas están sesgadas hacia la derecha siendo ese sesgo menor en el pre test.

En la Tabla 4 se muestra el comparativo de los valores de TMEF antes y después de la aplicación del Plan de Mantenimiento.

Tabla 4 Comparación de los TMEF

| Equipo | Antes | Después |
|--------------------|-------|---------|
| Torno paralelo | 21,43 | 45,00 |
| Talladro radial | 10,25 | 39,00 |
| Limadora | 20,83 | 57,00 |
| Soldadora | 21,33 | 89,00 |
| Amoladora | 42,00 | 60,33 |
| Moto soldadora | 42,00 | 58,33 |
| Equipo de oxicorte | 44,00 | 45,50 |
| Promedio | 28,83 | 56,31 |

La tabla 4 muestra que cada uno de los valores de TMEF después de la aplicación del Plan de mantenimiento presenta un mayor valor. Para comprobar si esta variación positiva es consecuencia de la aplicación del estímulo se realiza la prueba estadística.

Antes de aplicar la prueba estadística se determinó la normalidad de los valores del TMEF antes y después de la aplicación del estímulo mediante la prueba de Shapiro Wilk (tabla 5), por ser el número de datos inferior a 50.

Tabla 5. Cálculo de la normalidad para el TMEF mediante Shapiro Wilk

| Estadístico | gl | Sig. |
|-------------|----|-------|
| 0,840 | 7 | 0,100 |
| 0,866 | 7 | 0,171 |

* Este es un límite inferior de la significación verdadera. a Corrección de la significación de Lilliefors

En ambos casos, los valores del TMPR antes y después, presentan un valor de Sig. superior a 0,05 por lo que se puede concluir que ambos presentan una distribución normal.

Utilizando la prueba T para muestras relacionadas se probó la hipótesis:

Ho: El TMEF NO aumenta significativamente después de la aplicación del plan de mantenimiento

H1: El TMEF aumenta significativamente después de la aplicación del plan de mantenimiento

Los resultados de la prueba de muestras relacionadas para el TMPR se detallan en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados de la prueba T para el TMPR

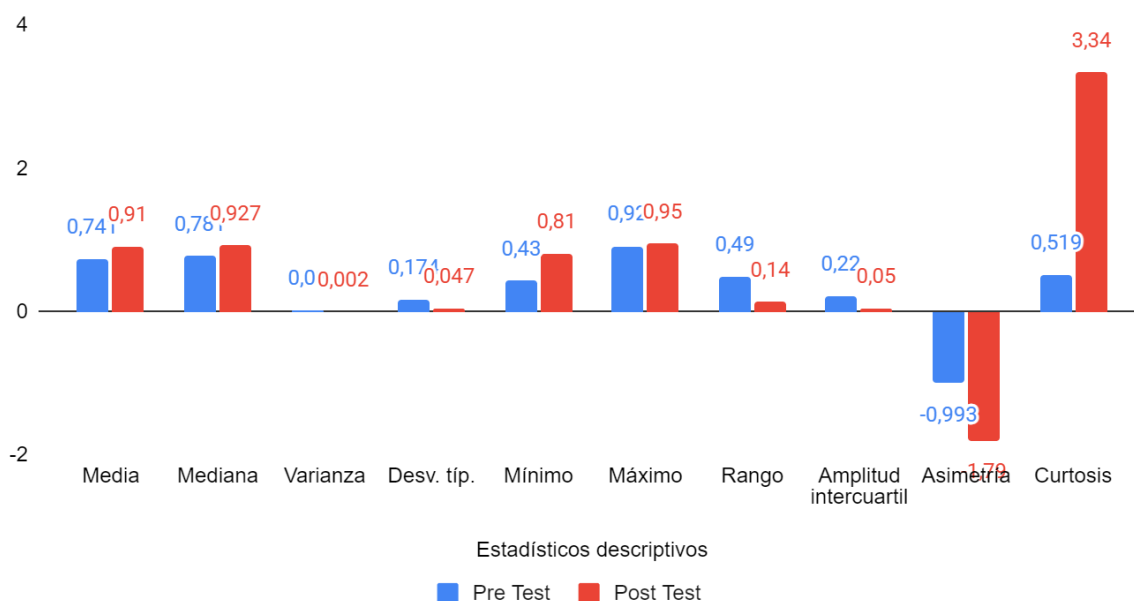
| | | Diferencias relacionadas | | | | t | gl | Sig. (bilateral) | |
|-------|----------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------------|---|----------|--------|---------------------|-------|
| | | Media | Desviación típ. | Error típ. de la media | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | | | | |
| Par 1 | Pre_Test - Post_Test | | | | Inferior | Superior | | | |
| | | -27,4740 | 20,779 | 7,854 | -46,692 | -8,257 | -3,498 | 6,000 | 0,013 |

En la tabla 6 se aprecia que el valor de Sig. equivale a 0,013 que es menor a 0,05 demostrando que existe una diferencia significativa entre los valores del pre y post test por lo que se concluye que el aumento del TMPR se debe a la influencia de la implementación del mantenimiento preventivo.

Variación de la disponibilidad con la aplicación del Plan de Mantenimiento

En la figura 3 se detallan los estadísticos descriptivos para la disponibilidad antes y después de aplicar el Plan de mantenimiento.

Ilustración 3 Estadísticos descriptivos de la disponibilidad



Las medidas de tendencia central para la disponibilidad durante el pre test, (media 0,741; y mediana, 0,781), son ligeramente inferiores a los valores del post test (media 0,910; y mediana, 0,927). En relación a las medidas de dispersión para el pre test, desviación estándar (0,174) se observa que es superior a la del post test (0,047). En cuanto a la asimetría negativa del pre test -0,993 frente a un valor mayor del post test -1,790 se afirma ambas están sesgadas hacia la izquierda siendo ese sesgo menor en el pre test.

En la Tabla 7 se muestra el comparativo de los valores de la disponibilidad antes y después de la aplicación del Plan de Mantenimiento.

Tabla 7 Comparación de la disponibilidad

| Equipo | Antes | Después |
|--------------------|-------|---------|
| Torno paralelo | 0,781 | 0,938 |
| Taladro radial | 0,427 | 0,813 |
| Limadora | 0,651 | 0,891 |
| Soldadora | 0,667 | 0,927 |
| Amoladora | 0,875 | 0,943 |
| Moto soldadora | 0,875 | 0,911 |
| Equipo de oxicorte | 0,917 | 0,948 |
| Promedio | 0,742 | 0,910 |

La tabla 7 muestra que cada uno de los valores de la disponibilidad después de la aplicación del Plan de mantenimiento presenta un mayor valor. Para comprobar si esta variación positiva es consecuencia de la aplicación del estímulo se realiza la prueba estadística.

Antes de aplicar la prueba estadística se determinó la normalidad de los valores de la disponibilidad antes y después de la aplicación del estímulo mediante la prueba de Shapiro Wilk (tabla 8), por ser el número de datos inferior a 50.

Tabla 8 Cálculo de la normalidad para la disponibilidad mediante Shapiro Wilk

| Disponibilidad | Estadístico | gl | Sig. |
|----------------|-------------|----|-------|
| Pre Test | 0,897 | 7 | 0,313 |
| Post Test | 0,804 | 7 | 0,045 |

* Este es un límite inferior de la significación verdadera. a Corrección de la significación de Lilliefors

En la tabla 07 se observa que el valor de Sig. para el pre test sigue un comportamiento normal ($> 0,05$) a diferencia del valor de Sig, para el post test que no tiene un comportamiento normal ($0,045 < 0,05$) por lo que se aplicó la prueba

no paramétrica de Wilcoxon para la comprobación de la hipótesis.

Utilizando la prueba U Mann-Whitney para muestras relacionadas se probó la hipótesis:

Ho: La disponibilidad NO aumenta significativamente después de la aplicación del plan de mantenimiento

H1: La disponibilidad aumenta significativamente después de la aplicación del plan de mantenimiento

Los resultados de la prueba de muestras relacionadas para la disponibilidad se detallan en la tabla de estadísticos de contraste (tabla 9)

Tabla 9 Estadísticos de contraste

| | Dis_Después - Disp_Antes |
|---------------------------|--------------------------|
| Z | -2,366b |
| Sig. asintót. (bilateral) | 0,018 |

a Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b Basado en los rangos negativos.

En la tabla 09 se aprecia que el valor de Sig. equivale a 0,018 que es menor a 0,05 demostrando que existe una diferencia significativa entre los valores del pre y post test por lo que se concluye que el aumento de la disponibilidad se debe a la influencia de la implementación del mantenimiento preventivo.

V. DISCUSIÓN

El primer objetivo específico consistió en determinar en cuánto disminuye el TMRP mediante la implementación de un plan de GM preventivo en el taller de maestranza El Alto, 2023. El indicador TMRP mide el tiempo que lleva realizar una reparación después que ocurra la falla (Canahua, 2021). Lo que implica que a menor valor del indicador mejor la disponibilidad de los equipos.

En la investigación realizada se encontró que cada uno de los valores del TMRP, para cada uno de los equipos, después de la aplicación del plan de mantenimiento presentan un menor valor. La aplicación de la prueba T muestra que el valor de Sig. equivale a 0,003 que es menor a 0,05 demostrando que existe una diferencia significativa entre los valores del pre y post test por lo que se concluye que la disminución del TMRP se debe a la influencia de la implementación del mantenimiento preventivo. Pasó de un TMRP promedio de 5,55 horas por falla a 2,59 horas por falla. El resultado coincide con el obtenido por Aldana (2019) en la investigación realizada en Callao encontrando que el promedio de horas del TMRP de los equipos de operaciones de la mina en el pre test corresponde a 17,15 horas y en el post test disminuye a 5,49 horas, después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo. De igual manera coincide con los resultados obtenidos por Quispe (2021) quien encontró un índice inicial de TMRP de 4.42 horas/avería llegando después de la implementación a un valor del TMRP de 0.9125 horas/avería. Según las teorías principales para disponibilidad el tiempo promedio entre fallas (TMEF) es esencial para saber la disponibilidad de sus equipos (Vargas, 2020). En el trabajo realizado y en los estudios de Aldana (2019) y Quispe (2021) se cumple que el indicador TMEF está referido al tiempo promedio de que demora una reparación (Canahua, 2021) y por lo tanto, un menor valor, como resultado de la implementación del mantenimiento preventivo, demuestra que los activos están funcionando correctamente, y la disponibilidad de los activos es alta.

El segundo objetivo específico consistió en determinar en cuánto aumenta el TMEF mediante la implementación de un plan de GM preventivo en el taller de maestranza El Alto, 2023. El indicador TMEF está referido al tiempo promedio de

producción que transcurre entre una falla y la próxima ocasión que ocurre (Canahua, 2021). Por lo que, un TMEF más largo indica que los activos están funcionando correctamente, y la disponibilidad de los activos es alta.

En la investigación realizada se encontró que cada uno de los valores del TMEF, para cada uno de los equipos, después de la aplicación del plan de mantenimiento presentan un mayor valor. La aplicación de la prueba T para datos relacionados arrojó un valor del "Sig" igual a 0,013 probando estadísticamente que el TMEF aumenta significativamente después de la aplicación del plan de mantenimiento. Pasó de un valor promedio de 11,45 en el pretest a un valor de 24,23 en el post test. Este resultado coincide con los valores obtenidos por Aldana (2019) en la investigación realizada en Callao, Perú encontrando que el promedio de horas del TMEF de los equipos de operaciones de la mina es superior en 34.88%, después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo. De igual manera coincide con los resultados obtenidos por Quispe (2021) quien obtuvo un índice inicial de TMEF de 31.83 horas/avería llegando después de la implementación a un valor del TMEF de 57.075 horas/avería. Según las teorías principales para disponibilidad el tiempo promedio entre fallas (TMEF) es esencial para saber la disponibilidad de sus equipos (Vargas, 2020).

En el trabajo realizado y en los estudios de Aldana (2019) y Quispe (2021) se cumple que el indicador TMEF está referido al tiempo medio que transcurre entre una falla y la próxima ocasión que ocurre (Canahua, 2021) y por lo tanto, un mayor valor, como resultado de la implementación del mantenimiento preventivo, demuestra que los activos están funcionando correctamente, y la disponibilidad de los activos es alta.

El objetivo general desarrollado consistió en aumentar la disponibilidad mediante la implementación de un plan de GM preventivo en el taller de maestranza El Alto, 2023. El mantenimiento preventivo, permite brindar un servicio de mantenimiento antes de que falle un equipo, permitiendo a una organización alcanzar sus propósitos, asumiendo que uno de estos propósitos principales es

maximizar la disponibilidad del equipo (Martins et al., 2020).

En la investigación realizada se encontró que cada uno de los valores de la disponibilidad, para cada uno de los equipos, después de la aplicación del plan de mantenimiento presentan un mayor valor. La aplicación de la prueba de Wilcoxon para datos relacionados arrojó un valor del "Sig" igual a 0,018 probando estadísticamente que la productividad aumenta significativamente después de la aplicación del plan de mantenimiento. Pasó de un valor promedio de 70,96 en el pretest a un valor de 91,44 en el post test. Este resultado coincide con el obtenido por Vergara et al. (2022) quienes propusieron un plan de mantenimiento preventivo para su flota de tracto remolcadores, mejorando la disponibilidad vehicular de 90% en el pre test a una disponibilidad de 97% en el post test. De la misma manera Chávez y Polo (2020) quienes plantearon un mantenimiento preventivo a equipos de presurización con criticidad alta para incrementar la disponibilidad en la empresa Sociedad Agrícola Drokasa B pasaron de un 50% de disponibilidad en el pre test hasta un valor de 97%. Por último, Quispe (2021) muestra como resultados que la disponibilidad pasó de 87.81% a una disponibilidad final de 98.43%,

Con estos resultados podemos afirmar que el mantenimiento preventivo, permite brindar un servicio de mantenimiento antes de que falle un equipo, permitiendo a una organización alcanzar sus propósitos, asumiendo que uno de estos propósitos principales es maximizar la disponibilidad del equipo (Martins et al., 2020).

VI. CONCLUSIONES

1. Se consiguió incrementar la disponibilidad en un 23%, mediante la ejecución del plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo, en el taller de maestranza el Alto durante el año 2023. Esto implica que, al realizar un mantenimiento de manera regular y planificada, los equipos tienden a sufrir menos desgaste, lo cual conlleva a una prolongación de su vida útil.
2. Se logró determinar en cuánto disminuye el TMPR mediante la implementación de un plan de GM preventivo en el taller de maestranza El Alto, 2023 lo que se traducirá en menores costos de Inactividad es decir que los costos asociados con la inactividad son generalmente menores cuando el TMPR es más corto, ya que la empresa puede reanudar sus operaciones más rápidamente.
3. Se logró determinar que el TMEF aumenta en 95% a través de la ejecución de un plan de mantenimiento preventivo en el taller de maestranza El Alto para el año 2023. Lo cual nos conduce a concluir que al presentarse menos fallas implica menos necesidad de intervenciones de mantenimiento correctivo urgente, lo que permite una mejor planificación y asignación de recursos.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar evaluaciones periódicas para ajustar y mejorar continuamente el plan de mantenimiento preventivo en función de los resultados obtenidos y de esta manera mantener y fortalecer este enfoque preventivo en la gestión del mantenimiento.

Documentar y analizar continuamente los datos relacionados con el TMPR y los costos asociados con la inactividad, con el fin de identificar áreas de mejora y eficiencia.

Promover una cultura proactiva de mantenimiento, donde la prevención y la anticipación de problemas sean prioridades. Esto no solo contribuirá a reducir los costos de inactividad, sino que también mejorará la confiabilidad operativa y prolongará la vida útil de los activos.

REFERENCIAS

ALDANA GALLO, César Román. Gestión del Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad en los equipos mineros de transporte en la unidad Inmaculada-Ayacucho de la empresa Unión de Concreteras SA. 2019.

ARIAS, José y COVINOS, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación. 1ª. ed. Perú: Enfoques Consulting EIRL, 2021. 133 pp. ISBN: 978-612-48444-2-3. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2023]. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2260>

ARISPE, Claudia, YANGALI, Judith, GUERRERO, María, LOZADA, Oriana, ACUÑA, Luis y ARELLANO, César. La investigación científica. Una aproximación para los estudios de posgrado. 1ª. ed. Chile: Universidad Andrés Bello, 2020. 131 pp. ISBN: 978-9942-38-578-9. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2023]. Disponible en <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4310>

CANAHUA APAZA, Nohemy. Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. Ind. data [online]. 2021, vol.24, n.1 [citado 2023-11-16], pp.49-76. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932021000100049&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1560-9146. <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>.

FERNANDEZ, Tomas., RAMIREZ, Ramon., MIRANDA, Francisco. y MERINO, Ignacio. Técnicas de mantenimiento [en línea]. Revista de Ingeniería Industrial, 2019, vol.3, n.8, pp.6-13. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2023]. Disponible en https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol3num8/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Industrial_V3_N8_2.pdf

FUENTES, Deivi, TOSCANO, Aníbal, MALVACEDA, Eli, DÍAZ, José y DÍAZ, Leonardo. Metodología de la investigación: conceptos, herramientas y ejercicios

prácticos en las ciencias administrativas y contables. 1.a ed. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana, 2021. 115 pp. ISBN: 978-958-764-879-9. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2023]. Disponible en <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/6201/restricted-resource?bitstreamId=0e63117a-e562-440b-91b8-7081c0736ab5>

HARDT, Filip., KOTYRBA, Martin., VOLNA, Eva. y JARUSEK, Robert. Innovative Approach to Preventive Maintenance of Production Equipment Based on a Modified TPM Methodology for Industry 4.0 [en línea]. Applied Sciences, 2021, vol.11, n.15, pp.6953. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/app11156953>

GUTIERREZ-VERDE, Endry; RODRIGUEZ-RAMOS, Pedro A. y LAVADO-RUIZ, Carlos. Mejoras para elevar la disponibilidad de las unidades acuáticas livianas. Ingeniería Mecánica [online]. 2020, vol.23, n.1 [citado 2023-09-28], e593. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442020000100002&lng=es&nrm=iso>. Epub 01-Abr-2020. ISSN 1815-5944.

HERNÁNDEZ, Roberto. y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa y cualitativa y mixta. México: Mc Graw Hill- educación, 2018. 714 p. ISBN: 978-1-4562-6096-5. [fecha de consulta: 09 de mayo de 2023]. Disponible en <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>

LAMA, Paula, LAMA, Marco, LAMA, Alfredo. (2022). Los instrumentos de la investigación científica. Hacia una plataforma teórica que clarifique y gratifique. [en línea]. Horizonte de la ciencia, 2022, vol.1, n.2, pp.148-160. [Fecha de consulta: 09 de junio de 2023]. Disponible en [en línea]. Ingeniería Industrial, 2019, vol.40, n.2, pp.148-160. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/horizontedelaciencia/article/view/1078/1491>
Ley n.º 28611 - Ley General del Ambiente. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 13 de octubre de 2005.

MARRERO, Rogej, VILALTA, José. y MARTÍNEZ, Edith. Model diagnostic-maintenance planning and control [en línea]. Ingeniería Industrial, 2019, vol.40, n.2, pp.148-160. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2023]. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362019000200148&lng=es&tlng=en.

MARTINES, L., SILVA, F., PIMENTEL, C., CASA, R. y CAMPILLO, R. Improving Preventive Maintenance Management in an Energy Solutions Company [en línea]. Procedia Manufacturing, 2020, vol.51, pp.1551-1558. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.216>

MOLANO, Marilyn, CÁRDENAS, María. Estado del arte del método mixto en la investigación método cualitativo y método cuantitativo. [en línea]. Semillas del saber, 2020, vol.1, pp.1-8. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://revistas.unicatolica.edu.co/revista/index.php/semillas/article/view/317>

NOREÑA, Diego. Diccionario de Investigación. Lima: Universidad de Lima, 2021. 73 pp. [Fecha de consulta: 08 de mayo de 2023]. Disponible en https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10889/Nore%C3%B1a_Diccionario-de-Investigacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ÑAUPAS, Humberto, VALDIVIA, Marcelino, PALACIOS, Jesús y ROMERO, Hugo. Metodología de la investigación Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de la Tesis. 5ª. ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. 500 pp. ISBN 978-958-762-876-0. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2023]. Disponible en http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf

PINTO, G., SILVA, F., FERNANDES, N., CASAIS, R., Baptista, A. y Carvalho, C. Implementing a maintenance strategic plan using TPM methodology [en línea]. International Journal of Industrial Engineering and Management, 2020, vol.11, n.3, pp.192-204. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2023]. Disponible en <https://dx.doi.org/10.24867/IJIEM-2020-3-264>

RAMOS, Carlos. Los alcances de una investigación [en línea]. CienciAmérica, 2020, vol.9, n.3. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2023]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7746475.pdf>

RIVAS, Andrés. *Guía completa para escribir un estado del arte, con ejemplos prácticos*. [Fecha de consulta: 09 de junio de 2023]. Disponible en <https://normasapa.in/estado-del-arte/>

RUILI, Cai. A practical maintenance framework to determine a maintenance plan starting from experience-based maintenance. Tesis (Maestría Ingeniería Mecánica). Europa: Delft University of Technology, 2023. Disponible en <http://resolver.tudelft.nl/uuid:991719e8-6f9b-40ff-a45e-3c7bd4e08c65>

RUIZ, Carlos y VALENZUELA, Marisel. Metodología de la investigación. 1.^a ed. Lima: Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, 2021. 17 pp. ISBN:978-612-48962-1-7. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2023]. Disponible en <https://fondoeditorial.unat.edu.pe/index.php/EdiUnat/catalog/book/4>

URIBE, Sophia. Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la máquina remalladora de una empresa textil [en línea]. Ingeniería Industrial, 2021, n.038, pp.15-31. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023] Disponible en <https://doi.org/10.26439/ing.ind2020.n038.4812>

VERA, Andrés., y TORRES, Roberto. Pautas de un programa de mantenimiento y su importancia en el proceso agroindustrial [en línea]. Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación, 2021, vol. 4, n.8, pp.96-113. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.46296/ig.v4i8.0025>

VERÁSTEGUI, Macarena, ÚBEDA, Jorge, MANSO, Jesús. Una revisión sobre programas de observación de la práctica educativa. [en línea]. Cuadernos de

investigación educativa, 2022, vol. 13, n.2, pp.96-113. [Fecha de consulta: 9 de junio de 2023]. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-93042022000200022&script=sci_arttext

VERGARA, Jorge., QUIROZ, Yimmy. y SOJO, Julio. Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota de tracto remolcadores de la Empresa Iberoamericana de Transporte S.R.L. Tesis (Ingeniero Industrial). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2022. Disponible en <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3517>

VÁSQUEZ, Eduar, ORTIZ, María y RODRÍGUEZ, Néstor. El Proyecto de Investigación. 1.^a ed. Lambayeque: Editorial Universitaria - Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2021. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2023]. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12893/9517>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización

| Variables | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición |
|---------------------------------|--|--|--------------------------------|--|--------------------|
| Mantenimiento Preventivo | Consiste en la realización de un servicio de mantenimiento antes de que falle un equipo, permitiendo a una organización alcanzar sus propósitos, asumiendo que uno de estos propósitos principales es maximizar la disponibilidad del equipo (Martins et al., 2020). | Se realizará un diagnóstico mediante una auditoría de mantenimiento cuya información permitirá elaborar el plan de mantenimiento preventivo con la finalidad de evaluar el impacto de los factores que involucran problemas en los equipos, en consecuencia, prevenir fallas inesperadas planificando las actividades. | programación del mantenimiento | Número de horas reales utilizadas para el mantenimiento. | Razón |
| | | | Fallas inesperadas | Número de horas perdidas por fallas inesperadas. | |
| Disponibilidad | Consiste en el tiempo en que los equipos y/o máquinas se encuentran mecánicamente operativas, estableciendo un porcentaje en relación a un tiempo nominal determinado (Alvarez y Mejía, 2022). | Para medir el porcentaje de disponibilidad de los equipos en taller de maestranza se calculará previamente la fiabilidad y la mantenibilidad. Para la fiabilidad se empleará el TMEF (tiempo total de operaciones/número de fallas) y para la mantenibilidad se emplea el TMPR (tiempo total de paradas/número de fallas). | Fiabilidad | TMEF | Razón |
| | | | Mantenibilidad | TMPR | |

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

A. Cálculo de los indicadores de la variable disponibilidad: TMPR - TMEF

Antes

| Equipo | Número de fallas (A) | Tiempo Total programado en horas (B) | Tiempo total de reparación en horas (C) | Tiempo de operación en horas (D) | Tiempo medio para la reparación TMPR (C/A) | Tiempo medio entre fallas TMEF (D/A) | Disponibilidad (%) |
|--------------------|----------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------|
| Torno paralelo | 15 | 192 | 42 | 150 | 2,80 | 10,00 | 78,13% |
| Talladro radial | 10 | 192 | 110 | 82 | 11,00 | 8,20 | 42,71% |
| Limadora | 5 | 192 | 67 | 125 | 13,40 | 25,00 | 65,10% |
| Soldadora | 15 | 192 | 64 | 128 | 4,27 | 8,53 | 66,67% |
| Amoladora | 25 | 192 | 24 | 168 | 0,96 | 6,72 | 87,50% |
| Moto soldadora | 11 | 192 | 52 | 140 | 4,73 | 12,73 | 72,92% |
| Equipo de oxicorte | 18 | 192 | 31 | 161 | 1,72 | 8,94 | 83,85% |

Después

| Equipo | Número de fallas (A) | Tiempo Total programado en horas (B) | Tiempo total de reparación en horas (C) | Tiempo de operación en horas (D) | Tiempo medio para la reparación TMPR (Ca) | Tiempo medio entre fallas TMEF (DA) | Disponibilidad (%) |
|--------------------|----------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------|
| Torno paralelo | 15 | 192 | 12 | 180 | 0,80 | 12,00 | 93,75% |
| Talladro radial | 10 | 192 | 7 | 185 | 0,70 | 18,50 | 96,35% |
| Limadora | 3 | 192 | 21 | 171 | 7,00 | 57,00 | 89,06% |
| Soldadora | 9 | 192 | 14 | 178 | 1,56 | 19,78 | 92,71% |
| Amoladora | 10 | 192 | 11 | 181 | 1,10 | 18,10 | 94,27% |
| Moto soldadora | 6 | 192 | 30 | 162 | 5,00 | 27,00 | 84,38% |
| Equipo de oxicorte | 10 | 192 | 20 | 172 | 2,00 | 17,20 | 89,58% |

B. Cálculo de los indicadores de la variable mantenimiento preventivo: Porcentaje del número de horas programadas para el mantenimiento y horas paradas por fallas inesperadas

| Equipo | Horas teóricas programadas para el mantenimiento (X) | Horas reales de mantenimiento (Y) | Porcentaje del número de horas programadas para el mantenimiento (X/Y) | Tiempo Total programado en horas (U) | Horas paradas por fallas inesperadas (Y/U) |
|--------------------|--|-----------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| Torno paralelo | 20 | 42 | 47,62% | 192 | 21,88% |
| Talladro radial | 40 | 110 | 36,36% | 192 | 57,29% |
| Limadora | 20 | 67 | 29,85% | 192 | 34,90% |
| Soldadora | 15 | 64 | 23,44% | 192 | 33,33% |
| Amoladora | 7 | 24 | 29,17% | 192 | 12,50% |
| Moto soldadora | 5 | 52 | 9,62% | 192 | 27,08% |
| Equipo de oxicorte | 5 | 31 | 16,13% | 192 | 16,15% |

Después

| Equipo | Horas teóricas programadas para el mantenimiento | Horas reales de mantenimiento | Porcentaje del número de horas programadas para el mantenimiento | Tiempo Total programado en horas (B) | Horas paradas por fallas inesperadas |
|--------------------|--|-------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Torno paralelo | 10 | 12 | 83,33% | 192 | 6,25% |
| Talladro radial | 6 | 7 | 85,71% | 192 | 7,29% |
| Limadora | 15 | 21 | 71,43% | 192 | 10,94% |
| Soldadora | 4 | 14 | 28,57% | 192 | |
| Amoladora | 5 | 11 | 45,45% | 192 | 5,73% |
| Moto soldadora | 4 | 30 | 13,33% | 192 | 15,63% |
| Equipo de oxicorte | 10 | 20 | 50,00% | 192 | 10,42% |

Anexo 3. Validación de los instrumentos de recolección de datos

Experto: Mg. Gerardo Sosa Panta

Variable: Disponibilidad

Ficha de registro para la variable disponibilidad

| Dimensión | Indicador | Elemento | S u f i c i e n c i a | C l a r i d a d | C o h e r e n c i a | R e l e v a n c i a | Observación |
|----------------|-----------|-----------------------------|---|--------------------------------------|--|--|-------------|
| Fiabilidad | TMEF | Tiempo total de operaciones | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Número de fallas | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Mantenibilidad | TMPR | Tiempo total de paradas | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Número de fallas | 1 | 11 | 1 | 1 | |

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre del instrumento | Ficha de evaluación de la disponibilidad |
| Objetivo del instrumento | Medir los valores del Tiempo Medio Para la Reparación (TMPR), Tiempo Medio entre Fallas (TMEF) y la disponibilidad de los equipos en taller de maestranza El Alto, 2023. |
| Nombres y apellidos del experto | Gerardo Sosa Panta |
| Documento de identidad | 03591940 |
| Años de experiencia en el área | 25 |
| Máximo Grado Académico | Magister |
| Nacionalidad | Peruana |
| Institución | Universidad César Vallejo |
| Cargo | Docente |
| Número telefónico | 969666758 |
| Firma |   |
| Fecha | 17 /06 / 2023 |

Ficha de registro para la variable mantenimiento preventivo

Experto: Mg. Gerardo Sosa Panta

Variable: Mantenimiento preventivo.

| Dimensión | Indicador | Elemento | S u f i c i e n c i a | C l a r i d a d | C o h e r e n c i a | R e l e v a n c i a | Observación |
|--------------------------------|--|--|---|--------------------------------------|--|--|-------------|
| Programación del mantenimiento | Porcentaje del número de horas programadas para el mantenimiento | Horas teóricas programadas para el mantenimiento | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Horas reales de mantenimiento | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Fallas inesperadas | Número de horas perdidas por fallas inesperadas. | Horas reales de mantenimiento | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Tiempo Total programado en horas | 1 | 1 | 1 | 1 | |

| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre del instrumento | Ficha de evaluación de mantenimiento preventivo |
| Objetivo del instrumento | Medir los valores de mantenimiento productivo a través de las horas reales de mantenimiento y el tiempo total programado en horas |
| Nombres y apellidos del experto | Gerardo Sosa Panta |
| Documento de identidad | 03591940 |
| Años de experiencia en el área | 25 |
| Máximo Grado Académico | Magister |
| Nacionalidad | Peruana |
| Institución | Universidad César Vallejo |
| Cargo | Docente |
| Número telefónico | 969666758 |
| Firma |   |
| Fecha | 17 /06 / 2023 |

Ficha de registro para la variable disponibilidad

Experto: Mg. Severín Fahsbender Céspedes

Variable: Disponibilidad

| Dimensión | Indicador | Elemento | S u f i c i e n c i a | C l a r i d a d | C o h e r e n c i a | R e l e v a n c i a | Observación |
|----------------|-----------|-----------------------------|---|--------------------------------------|--|--|-------------|
| Fiabilidad | TMEF | Tiempo total de operaciones | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Número de fallas | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Mantenibilidad | TMPR | Tiempo total de paradas | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Número de fallas | 1 | 11 | 1 | 1 | |

| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre del instrumento | Ficha de evaluación de la disponibilidad |
| Objetivo del instrumento | Medir los valores del Tiempo Medio Para la Reparación (TMPR), Tiempo Medio entre Fallas (TMEF) y la disponibilidad de los equipos en taller de maestranza El Alto, 2023. |
| Nombres y apellidos del experto | Severin Augusto Fahsbender Céspedes |
| Documento de identidad | DNI 02644838 |
| Años de experiencia en el área | 25 años |
| Máximo Grado Académico | Mgtr. Ing. Ambiental y Seguridad Industrial |
| Nacionalidad | Peruana |
| Institución | Universidad César Vallejo |
| Cargo | Docente |
| Número telefónico | 51- 968893401 |
| Firma |  Severin Augusto Fahsbender Céspedes Ing. Industrial CIP. 32559 Mgtr Ingeniería Ambiental y Seguridad Industrial A1628789 |
| Fecha | 16 /06 / 2023 |

Ficha de registro para la variable mantenimiento preventivo

Experto: Mg. Severín Fahsbender Céspedes

Variable: Mantenimiento preventivo.

| Dimensión | Indicador | Elemento | S u f i c i e n c i a | C l a r i d a d | C o h e r e n c i a | R e l e v a n c i a | Observación |
|--------------------------------|--|--|---|--------------------------------------|--|--|-------------|
| Programación del mantenimiento | Porcentaje del número de horas programadas para el mantenimiento | Horas teóricas programadas para el mantenimiento | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Horas reales de mantenimiento | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Fallas inesperadas | Número de horas perdidas por fallas inesperadas. | Horas reales de mantenimiento | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Tiempo Total programado en horas | 1 | 1 | 1 | 1 | |


| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre del instrumento | Ficha de evaluación de mantenimiento preventivo |
| Objetivo del instrumento | Medir los valores de mantenimiento productivo a través de las horas reales de mantenimiento y el tiempo total programado en horas |
| Nombres y apellidos del experto | Severin Augusto Fahsbender Céspedes |
| Documento de identidad | DNI 02644838 |
| Años de experiencia en el área | 25 años |
| Máximo Grado Académico | Mgtr. Ing. Ambiental y Seguridad Industrial |
| Nacionalidad | Peruana |
| Institución | Universidad César Vallejo |
| Cargo | Docente |
| Número telefónico | 51- 968893401 |
| Firma |  Severin Augusto Fahsbender Céspedes Ing. Industrial CIP. 32559 Mgtr Ingeniería Ambiental y Seguridad Industrial A1628769 |
| Fecha | 16 /06 / 2023 |

Ficha de registro para la variable disponibilidad

Experto: Mg. Abraham García Yovera

Variable: Disponibilidad

| Dimensión | Indicador | Elemento | S u f i c i e n c i a | C l a r i d a d | C o h e r e n c i a | R e l e v a n c i a | Observación |
|----------------|-----------|-----------------------------|---|--------------------------------------|--|--|-------------|
| Fiabilidad | TMEF | Tiempo total de operaciones | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Número de fallas | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Mantenibilidad | TMPR | Tiempo total de paradas | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Número de fallas | 1 | 11 | 1 | 1 | |


| | |
|---------------------------------|--|
| Nombre del instrumento | Ficha de evaluación de la disponibilidad |
| Objetivo del instrumento | Medir los valores del Tiempo Medio Para la Reparación (TMPR), Tiempo Medio entre Fallas (TMEF) y la disponibilidad de los equipos en taller de maestranza El Alto, 2023. |
| Nombres y apellidos del experto | Abraham José García Yovera |
| Documento de identidad | 80270538 |
| Años de experiencia en el área | 16 años |
| Máximo Grado Académico | Doctor |
| Nacionalidad | Peruana |
| Institución | Universidad César Vallejo |
| Cargo | Docente |
| Número telefónico | 979405778 |
| Firma |  |
| Fecha | 17 de junio de 2023 |

Ficha de registro para la variable mantenimiento preventivo

Experto: Mg. Abraham García Yovera

Variable: Mantenimiento preventivo

| Dimensión | Indicador | Elemento | S u f i c i e n c i a | C l a r i d a d | C o h e r e n c i a | R e l e v a n c i a | Observación |
|--------------------------------|--|--|---|--------------------------------------|--|--|-------------|
| Programación del mantenimiento | Porcentaje del número de horas programadas para el mantenimiento | Horas teóricas programadas para el mantenimiento | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Horas reales de mantenimiento | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Fallas inesperadas | Número de horas perdidas por fallas inesperadas. | Horas reales de mantenimiento | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | | Tiempo Total programado en horas | 1 | 1 | 1 | 1 | |

| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre del instrumento | Ficha de evaluación de mantenimiento preventivo |
| Objetivo del instrumento | Medir los valores de mantenimiento productivo a través de las horas reales de mantenimiento y el tiempo total programado en horas |
| Nombres y apellidos del experto | Abraham José García Yovera |
| Documento de identidad | 80270538 |
| Años de experiencia en el área | 16 años |
| Máximo Grado Académico | Doctor |
| Nacionalidad | Peruana |
| Institución | Universidad César Vallejo |
| Cargo | Docente |
| Número telefónico | 979405778 |
| Firma |  |
| Fecha | 17 de junio de 2023 |

Anexo 4. Autorización de uso de información de la empresa

Yo, Luis Alberto Valencia Atoche, identificado con DNI 41273495 en mi calidad de Gerente General del área de Operaciones de la empresa Soldadura Valencia con R.U.C N° 1041273495, ubicada en la ciudad de El Alto

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,


Al señor (a, ita,) Luis Miguel Delgado Araujo Identificado(s) con DNI N° 70130203, de la Carrera profesional Ingeniería Industrial, para que utilice la siguiente información de la empresa:

ÓRDENES DE COMPRA, IMÁGENES, HOJAS TÉCNICAS, REGISTRO DE DATOS, INGRESO A LAS INSTALACIONES, con la finalidad de que pueda desarrollar su () Informe estadístico, (X) Trabajo de Investigación, () Tesis para optar el Título Profesional.

(X) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

(X) Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o () Mencionar el nombre de la empresa.

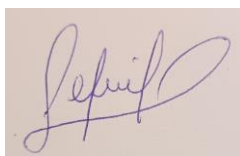


Luis Alberto Valencia Atoche
Gerente General
SOLDADURA "VALENCIA"

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 41273495

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



DNI: 70130203

Anexo 6. Plan de gestión de mantenimiento preventivo

1. Rutinas de mantenimiento para el torno paralelo

1.1 Rutinas de Mantenimiento diario:

Considerado como un mantenimiento de carácter superficial donde el técnico concentra su atención en la mantención de aspectos funcionales del equipo.

Iluminación óptima de la máquina y techo.

Todas las tapas de protección en su sitio.

Limpieza, secado y lubricación de la bancada (no usar *aire comprimido).

Revisar diariamente los niveles de aceite.

Revisar diariamente los niveles de refrigerante (20 minutos diarios).

Reportar cualquier falla electromecánica y programar su reparación.

1.2. Rutina de Mantenimiento Semanal:

Es un mantenimiento con mayor profundidad de mantención y es realizado semanalmente para garantizar que el equipo de torno después de su uso diario en la semana mantenga una serie de parámetros establecidos.

Establecer una banda de un metro alrededor del torno, se debe mantener libre para la operación y mantenimiento.

Inspección completa (2 horas semanales).

Limpiar la zona de trabajo para que las virutas o rebabas no obstruya el funcionamiento de la máquina y que no se meta en los engranes (Limpieza 1 hora semanal). Lubricar el interior de la máquina a través de unos puntos redondos donde se mete la punta del bote de aceite y así no haga más ruido de lo que deba y no falle.

Semanalmente cambiar el agua de enfriamiento agregando su porción de aceite soluble.

Limpiar los engranajes desmontando el torno en la parte que se encuentra atrás del Chuck, empezar a quitar las tuercas que se encuentran en cada esquinas y quitar

la cubierta, si se nota obstrucción o algo, primero asegurarse que la máquina esté apagada (así no se llega a encender y tener un accidente), retirar el obstruyente. Siguiendo estos pasos puede hacerse que el funcionamiento de los equipo de torno no falle y tenga una mayor duración, por que la principal causa de fallas parte cuando no se le da limpieza a la máquina.

1.3. Rutina de Mantenimiento bimensual:

Dicha rutina es llevada a cabo en un tiempo de tres días, su fin es identificar posibles fallas ocasionadas por el uso frecuente del Torno.

Establecer una banda de un metro alrededor del torno, se debe mantener libre para la operación y mantenimiento (0,5 hora.)

Chequeos de interruptores y circuitos (0,5 horas).

Chequeo de estado y cambio del refrigerante (2 horas).

Desarme de Carcasas de protección de elementos móviles del torno. (2 Horas).

Inspección completa desgastes de Guías, verificación de Husillos, Vibraciones (6Horas).

Limpieza de Partes Mecánicas (Engranajes, mordazas, etc..., 3 Horas).

Ajuste completo de piezas móviles, caja de velocidades, carro y completar (5 horas).

Engrase y lubricación (2 horas).

2. Rutinas de mantenimiento para Taladro Radial:

El mantenimiento preventivo es crucial para garantizar un funcionamiento óptimo y prolongar la vida útil del taladro radial. A continuación, se detalla una rutina recomendada:

2.1. Rutinas de Mantenimiento Diario:

Inspección Visual:

Verificar visualmente el estado general de la máquina, prestando atención a posibles daños o piezas sueltas.

Asegurarse de que no haya obstrucciones en las áreas de trabajo.

Lubricación:

Aplicar lubricante en los puntos designados según las especificaciones del fabricante.

Verificar el nivel de lubricante en el sistema y rellenar si es necesario.

Verificación de Seguridad:

Asegurarse de que todos los dispositivos de seguridad, como interruptores de emergencia y protectores, estén en su lugar y funcionando correctamente.

Inspeccionar el cableado eléctrico en busca de signos de desgaste.

Alineación:

Verificar la alineación de la mesa y el cabezal para garantizar cortes precisos.

2.2. Rutinas de Mantenimiento Semanal:

Limpieza:

Limpiar el área de trabajo, eliminando virutas y residuos.

Limpiar los sistemas de refrigeración y ventilación.

Verificación de Velocidades:

Verificar el funcionamiento de las distintas velocidades del taladro.

Ajustar la velocidad según las necesidades de la tarea.

Inspección de Herramientas:

Revisar el estado de las brocas y otros accesorios.

Sustituir o afilar las herramientas desgastadas.

2.3. Rutinas de Mantenimiento Mensual:

Inspección Eléctrica:

Realizar una inspección más detallada del sistema eléctrico.

Verificar la conexión de cables y reparar cualquier conexión suelta.

Calibración:

Verificar y, si es necesario, calibrar la precisión de las lecturas en los indicadores y medidores.

Verificación de Precisión:

Realizar pruebas de perforación en materiales de prueba para evaluar la precisión y ajustar según sea necesario.

2.4. Rutinas de Mantenimiento Trimestral:

Desmontaje Parcial:

Desmontar partes seleccionadas para una inspección más profunda.

Verificar el estado de los rodamientos y otros componentes internos.

Lubricación General:

Realizar una lubricación completa de todas las partes móviles.

Reemplazar los filtros de lubricante si es necesario.

2.5. Rutinas de Mantenimiento Anual:

Revisión General:

Realizar una revisión completa de todos los sistemas y componentes.

Reemplazar piezas desgastadas o dañadas según sea necesario.

2.6. Mantenimiento Especializado:

Contratar a un técnico especializado para realizar una revisión a fondo de la unidad eléctrica y mecánica.

Calibrar el sistema según las especificaciones del fabricante.

Al seguir esta rutina de mantenimiento preventivo, se puede asegurar un rendimiento constante y confiable del taladro radial, minimizando el riesgo de fallas y prolongando su vida útil.

3. Rutina de mantenimiento preventivo para Amoladora:

La amoladora es una herramienta esencial en muchos entornos, y un mantenimiento preventivo regular puede asegurar un rendimiento eficiente y seguro. Aquí se presenta una rutina recomendada:

3.1. Rutinas de Mantenimiento Diario:

Inspección Visual:

Examinar visualmente la amoladora en busca de daños, cables desgastados o piezas sueltas.

Verificar que todas las protecciones estén en su lugar.

Limpieza:

Limpiar la carcasa exterior para eliminar polvo y residuos.

Asegurarse de que las aberturas de ventilación estén despejadas.

Inspección del Disco o Rueda:

Verificar la condición del disco o la rueda abrasiva.

Reemplazar cualquier disco agrietado o desgastado.

Verificación de Interruptores:

Comprobar el funcionamiento de los interruptores de encendido y apagado.

Asegurarse de que el interruptor de bloqueo funcione correctamente.

3.2. Rutinas de Mantenimiento Semanal:

Lubricación:

Aplicar lubricante a los puntos designados según las especificaciones del fabricante.

Verificar el nivel de lubricante y rellenar según sea necesario.

Verificación de la Alineación:

Verificar la alineación de las ruedas o discos.

Ajustar si es necesario para garantizar cortes precisos.

Inspección de Cables:

Revisar los cables eléctricos en busca de daños.

Reparar o reemplazar cualquier cable desgastado.

Verificación de Velocidades:

Verificar las velocidades de la amoladora.

Ajustar según las necesidades de la tarea.

3.3. Rutinas de Mantenimiento Mensual:

Inspección de Conexiones Eléctricas:

Revisar y apretar las conexiones eléctricas internas.

Inspeccionar el enchufe y el cable de alimentación.

Verificación de Seguridad:

Asegurarse de que las protecciones de seguridad estén en su lugar y funcionando correctamente.

Verificar la funcionalidad del mecanismo de liberación rápida.

Limpieza Interna:

Desmontar partes seleccionadas para una limpieza más profunda.

Limpiar los engranajes y mecanismos internos.

3.4. Rutinas de Mantenimiento Trimestral:

Reemplazo de Rodamientos:

Verificar el estado de los rodamientos.
Reemplazar los rodamientos desgastados.

Calibración:

Calibrar los indicadores y ajustar según sea necesario.
Verificar la precisión de los ángulos de corte.

3.5. Rutinas de Mantenimiento Anual:

Revisión General:

Realizar una revisión exhaustiva de todos los sistemas y componentes.
Reemplazar piezas desgastadas o dañadas.

Inspección del Motor:

Contratar a un técnico para inspeccionar y, si es necesario, mantener el motor.
Limpiar y lubricar los componentes internos del motor.

Al seguir esta rutina de mantenimiento preventivo, se puede garantizar un funcionamiento seguro y eficiente de la amoladora, minimizando el riesgo de accidentes y maximizando su vida útil.

4. Rutinas de mantenimiento para un equipo de oxicorte

Un plan de mantenimiento preventivo para equipos de oxicorte es esencial para garantizar un rendimiento eficiente y seguro a lo largo del tiempo. Aquí hay un plan detallado:

4.1. Rutinas de Mantenimiento Diario:

Inspección Visual:

Examinar visualmente el equipo en busca de daños, fugas o componentes sueltos.
Verificar que las mangueras estén en buen estado.

Verificación de Conexiones:

Asegurarse de que todas las conexiones estén bien apretadas.
Inspeccionar las conexiones de gas y oxígeno para detectar posibles fugas.

Limpieza:

Limpiar las boquillas y los cabezales de corte.
Eliminar residuos de metal o suciedad de las superficies de trabajo.

Verificación de Presiones:

Comprobar las presiones de gas y oxígeno según las especificaciones del fabricante.
Ajustar las presiones si es necesario.

4.2. Rutinas de Mantenimiento Semanal:

Inspección de Boquillas y Cabezales:

Inspeccionar las boquillas y los cabezales de corte en busca de desgaste o daños.
Reemplazar cualquier boquilla o cabezal que presente signos de deterioro.

Lubricación:

Aplicar lubricante en los puntos designados, como las conexiones roscadas.
Asegurarse de que los sistemas de ajuste estén bien lubricados.

Verificación de Electrodo:

Inspeccionar los electrodos de encendido para asegurar un arco eléctrico eficiente.
Reemplazar los electrodos desgastados.

4.3. Rutinas de Mantenimiento Mensual:

Inspección del Sistema de Encendido:

Verificar la condición de los dispositivos de encendido.
Asegurarse de que los cables de encendido estén en buen estado.

Revisión del Sistema de Seguridad:

Probar y verificar la funcionalidad de los dispositivos de seguridad.
Asegurarse de que las válvulas de corte de emergencia estén operativas.

Verificación de Filtros:

Inspeccionar y, si es necesario, limpiar o reemplazar los filtros de gas y oxígeno.
Asegurarse de que los reguladores estén funcionando correctamente.

4.4. Rutinas de Mantenimiento Trimestral:

Calibración:

Calibrar los manómetros y otros instrumentos de medición.
Ajustar los controles de flujo según sea necesario.

Inspección del Sistema de Enfriamiento:

Verificar la eficiencia del sistema de enfriamiento si está presente.
Limpiar o reemplazar los componentes del sistema de enfriamiento según sea necesario.

4.5. Rutinas de Mantenimiento Anual:

Inspección General:

Realizar una inspección completa de todos los componentes.

Reemplazar las piezas desgastadas, como válvulas y reguladores.

Pruebas de Rendimiento:

Realizar pruebas de rendimiento para evaluar la precisión y eficiencia del equipo.

Ajustar y calibrar según sea necesario.

Mantenimiento del Sistema de Corte:

Inspeccionar y ajustar la altura y alineación de la antorcha de corte.

Reemplazar las piezas gastadas, como los mangos de la antorcha.

Este plan de mantenimiento preventivo ayudará a mantener el equipo de oxicorte en condiciones óptimas, prolongando su vida útil y garantizando la seguridad del operador. Es importante seguir las recomendaciones del fabricante y las normativas de seguridad aplicables.

5. Rutinas de mantenimiento para la limadora

El mantenimiento preventivo de una limadora es esencial para garantizar su funcionamiento eficiente y prolongar su vida útil. Aquí tienes una rutina detallada:

5.1. Rutina de Mantenimiento Diario:

Inspección Visual:

Examinar visualmente la limadora en busca de daños, piezas sueltas o desgastadas.

Verificar que las protecciones estén en su lugar.

Limpieza:

Limpiar las superficies de trabajo y eliminar virutas o residuos.

Asegurarse de que las guías y carriles estén libres de suciedad.

Verificación de Lubricación:

Verificar los niveles de lubricante en los puntos designados.

Aplicar lubricante según las especificaciones del fabricante.

Alineación:

Verificar la alineación de la mesa y el cabezal.

Ajustar la alineación si es necesario.

5.2. Rutina de Mantenimiento Semanal:

Inspección de Herramientas:

Revisar el estado de las herramientas de corte.

Afilarse o reemplazar las herramientas desgastadas.

Lubricación:

Aplicar lubricante en los sistemas de transmisión y guías.

Verificar el estado de los sistemas de engrase automático.

Verificación de Tornillos y Tuercas:

Verificar la tensión de los tornillos y tuercas en todas las partes móviles.
Apretar o ajustar según sea necesario.

5.3. Rutina de Mantenimiento Mensual:

Verificación de Correas:

Inspeccionar el estado de las correas de transmisión.

Reemplazar las correas desgastadas.

Limpieza de Filtros:

Limpiar o reemplazar los filtros del sistema de refrigeración si está presente.

Asegurarse de que el sistema de refrigeración funcione correctamente.

Calibración:

Calibrar los indicadores y medidores de la máquina.

Verificar la precisión de las lecturas.

5.4. Mantenimiento Trimestral:

Inspección de Motor y Transmisión:

Inspeccionar el motor y los componentes de transmisión.

Verificar el estado de los rodamientos y reemplazar si es necesario.

Revisión de Cables Eléctricos:

Inspeccionar los cables eléctricos en busca de daños.

Reemplazar los cables desgastados o defectuosos.

5.5. Mantenimiento Semestral:

Revisión de Componentes Móviles:

Desmontar partes móviles para una inspección más detallada.

Verificar la condición de los husillos, guías y otros componentes móviles.

Pruebas de Rendimiento:

Realizar pruebas de rendimiento para evaluar la precisión y eficiencia de la limadora.

Ajustar y calibrar según sea necesario.

5.6. Mantenimiento Anual:

Revisión General:

Realizar una revisión exhaustiva de todos los sistemas y componentes.

Reemplazar las piezas desgastadas, como guías y rodamientos.

5.7. Mantenimiento Especializado:

Contratar a un técnico especializado para inspecciones más detalladas.

Realizar ajustes y reparaciones especializadas según las necesidades.

Siguiendo esta rutina de mantenimiento preventivo, podrás mantener tu limadora en óptimas condiciones, minimizando el riesgo de fallas y garantizando un rendimiento consistente y seguro. Recuerda consultar las recomendaciones específicas del fabricante para asegurar un mantenimiento adecuado.

6. Rutinas de mantenimiento para la Máquina de soldar

La máquina de soldar es un elemento primordial para el desarrollo de las actividades de la empresa por ese motivo se diseñó un programa de mantenimiento con la finalidad de incrementar su disponibilidad:

6.1. Rutinas de Mantenimiento diario:

Considerado como un mantenimiento de carácter superficial donde el técnico concentra su atención en la mantención de aspectos funcionales del equipo.

Revisión diario de estado de pinza y tenaza.

Revisión diaria de estado de conectores y cables de suministro de energía eléctrica y de proceso.

Limpieza, secado cables, conectores y/o terminales.

Reportar cualquier falla electromecánica y programar su reparación.

Verificación de funcionamiento de enfriador de tarjeta.

6.2. Rutina de Mantenimiento trimestral:

Para ejecutar este tipo de mantenimiento es necesario que el personal que ejecuta tenga conocimientos en electricidad el fin de este tipo de mantenimiento es identificar posibles fallas ocasionadas por el uso frecuente de la máquina.

Inspección y/o reemplazo de antorcha, según condición.

Inspección, reparación y/o reemplazo de chaquetas rajadas, cable expuestos a corrosión.

Inspección, ajuste y/o reemplazo de conectores, terminales, aisladores de potencia.

6.3. Rutina de Mantenimiento semestral:

Para ejecutar este tipo de mantenimiento es necesario que se ejecute por un técnico calificado representante de la marca.

Verificación interna de la máquina para retirar el polvo interno impregnado en la tarjeta.

Verificación y/o limpieza de conexiones internas (corrosión y humedad).

Inspección, ajuste y/o reemplazo de conectores, terminales, aisladores de potencia.

6.4. Rutina de Mantenimiento anual:

Para ejecutar este tipo de mantenimiento es necesario que se ejecute por un técnico calificado representante de la marca.

Verificación interna de la máquina para retirar el polvo interno impregnado en la tarjeta.

Reemplazo de conectores, terminales, aisladores de potencia.

Verificación y/o limpieza de conexiones internas (corrosión y humedad).

Inspección, ajuste y/o reemplazo de conectores, terminales, aisladores de potencia.

Medición de bobinado de resistencias interna, scr, reóstato.

Barnizado de tarjetas, conectores y terminales.

Reemplazo de voltímetro, amperímetro.

7. Rutinas de mantenimiento para la Moto soldadora

La moto soldadora representa un activo importante para el desarrollo de las actividades de la empresa fuera del taller, por ese motivo se diseñó un programa de mantenimiento con la finalidad de incrementar su disponibilidad:

7.1. Rutinas de Mantenimiento diario:

Considerado como un mantenimiento de carácter superficial donde el personal operador realiza este tipo de actividades.

Revisión de estado de fluidos. (refrigerante, aceite).

Revisión de estado de terminales de baterías.

Verificación de terminales, conectores. (pinza, tenazas)

7.2. Rutina de Mantenimiento trimestral:

Para ejecutar este tipo de mantenimiento es necesario que el personal que ejecuta tenga conocimientos mecánica y electricidad, el fin de este tipo de mantenimiento es identificar posibles fallas ocasionadas por el uso continuo de la máquina.

Medición de compresión en cilindros motrices.

Toma de muestra de condición de fluidos. (aceite, refrigerante).

Verificación de tensión de fajas.

Engrase de rodamientos y/o chumaceras.

Inspección, ajuste y/o reemplazo de conectores, terminales, aisladores de potencia.

Inspección, reparación y/o reemplazo de chaquetas rajadas, cable expuestos a corrosión.

7.3. Rutina de Mantenimiento semestral:

Para ejecutar este tipo de mantenimiento es necesario que se ejecute por un técnico calificado representante de la marca.

Calibración de válvulas en motor.

Drenaje de tanque de combustible.

Reemplazo de filtros de aceite, combustible.

Verificación y/o reemplazo de amortiguadores de vibración.

Toma de muestra de condición de fluidos. (aceite, refrigerante).

Verificación interna de la máquina para retirar el polvo interno impregnado en la tarjeta.

Verificación y/o limpieza de conexiones internas (corrosión y humedad).

Inspección, ajuste y/o reemplazo de conectores, terminales, aisladores de potencia.

7.4. Rutina de Mantenimiento anual:

Para ejecutar este tipo de mantenimiento es necesario que se ejecute por un técnico calificado representante de la marca.

Calibración de válvulas en motor.

Drenaje de tanque de combustible.

Reemplazo de filtros de aceite, combustible.

Verificación y/o reemplazo de amortiguadores de vibración.

Ajuste general de pernos de sujeción. (torqueo)

Toma de muestra de condición de fluidos. (aceite, refrigerante).

Inspección y/o reemplazo de batería, medición de electrolito.

Limpieza externa de radiador

Reemplazo de fajas.

Limpieza, lavado, barnizado de alternador.

Verificación interna de la máquina para retirar el polvo interno impregnado en la tarjeta.

Reemplazo de conectores, terminales, aisladores de potencia.

Verificación y/o limpieza de conexiones internas (corrosión y humedad).

Inspección, ajuste y/o reemplazo de conectores, terminales, aisladores de potencia.

Medición de bobinado de resistencias interna, scr, reóstato.

Barnizado de tarjetas, conectores y terminales.

Reemplazo de voltímetro, amperímetro.