

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ENERGÍA



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA MEJORAR DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DEL TALLER DE
RECTIFICACIONES AUTOMOTRICES DEL INSTITUTO TUPAC AMARU-
CUSCO”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
GERENCIA DEL MANTENIMIENTO**

AUTOR

PERCY ANTONIO FARFAN ENCISO

ASESOR

Dr. ABEL TAPIA DIAZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA, TECNOLOGÍA










Callao, 2023

PERÚ

Document Information

Analyzed document	14. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION FARFAN ENCISO.pdf (D174124408)
Submitted	2023-09-18 21:38:00
Submitted by	UNIDAD DE POSGRADO FIME 2023
Submitter email	fime.posgrado@unac.edu.pe
Similarity	18%
Analysis address	fime.posgrado.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

	Universidad Nacional del Callao / 3. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION TERRONES CABANILLAS.pdf		
SA	Document 3. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION TERRONES CABANILLAS.pdf (D174124396) Submitted by: fime.posgrado@unac.edu.pe Receiver: fime.posgrado.unac@analysis.arkund.com		4
	Universidad Nacional del Callao / 12. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION PEDRO COCANEGRA.pdf		
SA	Document 12. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION PEDRO COCANEGRA.pdf (D174124406) Submitted by: fime.posgrado@unac.edu.pe Receiver: fime.posgrado.unac@analysis.arkund.com		4
	Universidad Nacional del Callao / 15. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION DURAND - GRANDEZ levantamiento de observaciones.pdf		
SA	Document 15. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION DURAND - GRANDEZ levantamiento de observaciones.pdf (D174124409) Submitted by: fime.posgrado@unac.edu.pe Receiver: fime.posgrado.unac@analysis.arkund.com		3
	Universidad Nacional del Callao / 1. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION_JORGE_NICHO_RAMOS.pdf		
SA	Document 1. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIGACION_JORGE_NICHO_RAMOS.pdf (D174124394) Submitted by: fime.posgrado@unac.edu.pe Receiver: fime.posgrado.unac@analysis.arkund.com		7
W	URL: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/6058/TESIS_MAESTRIA_GALARZA_FIIS... Fetched: 2023-09-18 21:40:00		6
	Universidad Nacional del Callao / 10. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIFGACION Carlos Dolmos & Luis Barrantes Levantamiento de observaciones (1).pdf		
SA	Document 10. INFORME DE TESIS FINAL DE INVESTIFGACION Carlos Dolmos_&_Luis Barrantes_Levantamiento de observaciones (1).pdf (D174124404) Submitted by: fime.posgrado@unac.edu.pe Receiver: fime.posgrado.unac@analysis.arkund.com		21
W	URL: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/4374/aldana%20gallo%20fime%20maes... Fetched: 2023-09-18 21:39:00		4
W	URL: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4887/1/TM_TeranSuarezYeyson.pdf Fetched: 2023-09-18 21:41:00		1
SA	TESIS HIUSTON REYMUNDO FLORES (2).docx Document TESIS HIUSTON REYMUNDO FLORES (2).docx (D149067498)		1

HOJA DE REFERENCIA PARA EL JURADO REVISOR Y APROBACIÓN

JURADO EXAMINADOR Y ASESOR DE TESIS

PRESIDENTE: DR. PABLO GODOFREDO ARELLANO UBILLUZ

SECRETARIO: MG. JUAN ADOLFO BRAVO FELIX

MIEMBRO: MG. JUNA GUILLERMO MANCCO PEREZ

MIEMBRO: MG YOLANDA AVALOS SIGÜENZA

ASESOR: DR, ABEL TAPIA DIAZ

Nº DE LIBRO : 01

FOLIO: 84-85

Nª DE ACTA : 10

FECHA DE APROBACIÓN DE LA TESIS:
22 DE OCTUBRE DE 2023

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD:

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ENERGIA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

MAESTRIA EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO

TÍTULO:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DEL TALLER DE RECTIFICACIONES AUTOMOTRICES DEL INSTITUTO TUPAC AMARU-CUSCO”.

AUTOR:

Bach. PERCY ANTONIO FARFAN ENCISO / CODIGO ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6638-2441> / DNI: 23963728

ASESOR:

Dr. ABEL TAPIA DIAZ / CODIGO ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3367-3490> / DNI: 43129152

LUGAR DE EJECUCIÓN:

INSTITUTO TUPAC AMARU-CUSCO, SAN SEBASTIAN-CUSCO

UNIDAD DE ANÁLISIS:

MAQUINA RECTIFICADORA

TIPO DE INVESTIGACIÓN / ENFOQUE: / DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

TIPO DE INVESTIGACIÓN: APLICADA / ENFOQUE: CUANTITATIVO /

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: PREEXPERIMENTAL.

TEMA OCDE:

INGENIERÍA, TECNOLOGÍA

DEDICATORIA

Agradeciendo a mi amado padre celestial por poder seguir dándome la oportunidad de seguir viviendo, agradeciendo a mis amados padres por haberme guiado y preparado para poder ser un profesional útil a la sociedad, a mi amada familia Vizney, Anthuanne, Ariatne, Astrid, Annika, Belliam y Lihan que son la motivación de proseguir siempre adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradecido a mi padre celestial, a mis padres Paulino y Juana con apoyo, cariño y ejemplo me animan a salir adelante que se sienten felices al saber que me supero en la vida.

Agradezco a mi esposa Vizney por la dedicación y amor a nuestra familia porque me da el ejemplo de entereza de cada día, el de ser perseverante en la buenas y malas que con perseverancia se pude llegar a cumplir nuestros objetivos, gracias a mis hijos Astrid, Annnika, Belliam y Liham ya que he sacrificado valioso tiempo en poder estar a su lado por la sed del conocimiento y el saber que me motivo a seguir complementando esta hermosa carrera, Agradecimiento y reconocimiento a mi asesor por la paciencia y su dedicación que contribuyó enormemente al desarrollo del trabajo de investigación con sus aportes y observaciones realizadas, por su guía continua durante la elaboración y revisión de esta investigación.

También tengo que agradecer a la Dirección del instituto TUPAC AMARU-CUSCO por las autorizaciones correspondientes y disposición de colaboración de los docentes de la carrera de mecatrónica automotriz, que sin su apoyo no se hubiera podido desarrollar esta investigación, muchas gracias.

Percy Antonio Farfan Enciso

INDICE	1
ÍNDICES DE CUADROS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ABREVIATURAS	8
RESUMEN.....	9
INTRODUCCIÓN.....	11
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1. Descripción de la realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema	16
1.2.1. Problema general	16
1.2.2. Problema específico	16
1.3. Objetivos generales y específicos.....	16
1.3.1. Objetivo general	16
1.3.2. Objetivos específicos	16
1.4. Justificación	17
1.4.1. Justificación Práctica	17
1.4.2. Justificación Metodológica.....	17
1.4.3. Justificación social.....	17
1.5. Delimitantes de la investigación.....	18
1.5.1. Teórica	18
1.5.2. Temporal	18
1.5.3. Espacial.....	18

II.	MARCO TEÓRICO	19
2.1.	Antecedentes: Internacional y nacional	19
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	19
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	23
2.2.	Bases teóricas	27
2.2.1.	Mantenimiento.....	27
2.2.2.	Plan de mantenimiento.....	27
2.2.3.	Objetivo del mantenimiento	28
2.2.4.	Tipos de mantenimiento	28
2.2.5.	Mantenimiento preventivo.....	31
2.2.6.	Fases del mantenimiento preventivo	32
2.2.7.	Plan de mantenimiento preventivo - PMP.....	32
2.2.8.	Implementación del mantenimiento preventivo planificado	33
2.2.9.	Pasos para establecer el PMP.....	40
2.2.11.	Ventajas de implementar un PMP	45
2.2.12.	Planificación del mantenimiento	46
2.2.13.	Disponibilidad	47
2.2.14.	Tiempo medio entre averías (MTBF).....	48
2.2.15.	Tiempo Medio de Reparación (MTTR)	48
2.2.16.	Diagrama de ISHIKAWA para taller de rectificación automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO	49

2.3.	Marco conceptual	55
2.3.1.	Mantenimiento	55
2.3.2.	Mantenimiento preventivo.....	55
2.3.3.	Disponibilidad	57
2.3.4.	Definición conceptual de variables	58
2.4.	Definición de términos básicos	60
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	62
3.1.	Hipótesis general y específica	62
3.2.	Definición conceptual de las variables	62
3.3.	Operacionalización de variables	63
IV.	METODOLOGIA DEL PROYECTO	65
4.1.	Diseño metodológico	65
4.2.	Método de la investigación	66
4.3.	Población y muestra	67
4.4.	Lugar de estudio y periodo de desarrollo.....	68
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	68
4.6.	Análisis y procesamiento de datos.....	69
4.7.	Aspectos éticos de la investigación	70
V.	RESULTADOS	71
5.1.	Resultados descriptivos	71
5.1.1.	Resultado de disponibilidad antes y después.....	71
5.1.2.	Resultado de Tiempo medio entre averías antes y después	

.....	72
5.1.3. Resultado de Tiempo medio para reparación antes y después.....	73
5.2. Resultados inferenciales.....	75
5.2.1. Pruebas de normalidad	75
5.2.2. Prueba de hipótesis general	77
5.2 3. Prueba de T de Students para la hipótesis alternativa 1: He1. MTBF	79
5.2 4. Prueba T de student para la hipótesis específica 2: He1: MTTR	81
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	83
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	83
6.2. Contrastación de resultados con estudios similares	84
6.3. Responsabilidad ética.....	87
VII. CONCLUSIONES	88
VIII. RECOMENDACIONES	89
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS.....	96

ÍNDICES DE CUADROS

Cuadro 3.1. Operacionalización de variables	63
Cuadro 5.1. Comparación disponibilidad antes y después de la implementación del PMP	71
Cuadro 5.2. Comparación del MTBF anterior y posterior a la implementación del PMP	72
Cuadro 5.3. Comparación del MTTR anterior y posterior a la implementación del PMP	74
Cuadro 5.4. Comparación del MTBF MRRF y disponibilidad antes y Posteriormente a la implementación del PMP	75
Cuadro 5.5. Resultados de las pruebas de normalidad a la variable dependiente y sus dimensiones antes y después de la aplicación del PMP.....	76
Cuadro 5.6. Prueba de hipótesis unilateral de Disponibilidad antes y después de la implementación del PMP	77
Cuadro 5.7. Prueba de hipótesis unilateral MTBF antes y después de la implementación del PMP	79
Cuadro 5.8. Prueba de hipótesis unilateral MTTR antes y después de la implementación del PMP	81
Cuadro anexo.1. Matriz de consistencia	96
Cuadro anexo.2. Información de recolección de datos rectificadora de bancada	104
Cuadro anexo.3. Información de recolección de datos rectificadora de cigüeñal.....	105
Cuadro anexo.4. Información de recolección de datos rectificadora de culata.....	106
Cuadro anexo.5. Información de recolección de datos rectificadora de cilindros	107
Cuadro anexo.6. Información de recolección de datos pulidora de cilindros ...	108
Cuadro anexo.7. Información recolección de datos rectificadora de bielas...	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Implementación de un plan de mantenimiento planificado.....	34
Figura 2.2. Planificación del mantenimiento	47
Figura 2.3. Formula de disponibilidad	48
Figura 2.4. Formula de Tiempo medio entre averías	48
Figura 2.5. Formula de Tiempo medio de reparación	49
Figura 2.6. Diagrama de Ishikawa para taller de rectificaciones automotrices	51
Figura anexo.1. Autorización de investigación.....	98
Figura anexo.2. Taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU- CUSCO.....	96
Figura anexo.3. Rectificadora de cilindros.....	96
Figura anexo.4. Pulidora de cilindros	99
Figura anexo:5. Rectificadora de válvulas	99
Figura anexo.6. Rectificadora de cilindros.....	101
Figura anexo.7. Rectificadora de cigüeñal	101
Figura anexo.8. Rectificadora de bancadas.....	102
Figura anexo.9 Rectificadora de culatas.....	103
Figura anexo.10 Rectificadora de cilindros	103
Figura anexo.11 Operacionalización de las variables utilizando SPSS V-27 Prueba de normalidad para la variable dependiente y sus dimensiones.....	110
Figura anexo. 12 análisis unilateral de la disponibilidad con el estadístico T DE STUDENT	111
Figura anexo.13. Análisis unilateral del MTBF con el estadístico T DE STUDENT	112
Figura anexo. 14. Análisis unilateral del MTTR con el estadístico T DE STUDENT	113

GRAFICOS

Gráfico 5.1. Comparacion del MTTR promedio anterior y posterior

ala implementacion del PMP.....71

Gráfico 5.2. Comparacion del MTBF promedio anterior y posterior

ala implementacion del PMP.....73

Gráfico 5.3. Comparacion del MTTR promedio anterior y posterior

a la implementacion del PMP 74

ABREVIATURAS

GMP: gestión de mantenimiento preventivo

MC: mantenimiento correctivo

MP: mantenimiento preventivo

MTBF: tiempo medio entre averías o tiempo medio entre fallas

MTTR: tiempo medio de reparaciones

PM: plan de mantenimiento

PMP: plan de mantenimiento preventivo

VD: Variable dependiente

VI: Variable independiente

RESUMEN

El instituto TUPAC AMARU-CUSCO es una institución educativa de nivel superior tecnológica que cuenta con 10 carrera profesional, las cuales cuentan con talleres y laboratorios de acuerdo a la naturaleza de cada carrera profesional, La carrera profesional de Mecatrónica Automotriz cuenta con talleres y laboratorios especializados del sector automotriz, los cuales no cuentan con una planificación para realizar acciones de mantenimiento para los talleres y laboratorios, la investigación centró su objetivo en la implementación de un PMP en 08 máquinas rectificadoras del taller de rectificaciones automotrices las cuales tienen una baja disponibilidad y los mantenimientos que se les aplica se realizan cuando se producen fallas generando parada de los equipos, perjudicando los procesos didácticos-formativos de los estudiantes de la carrera profesional, El objetivo de la investigación fue la mejora de la disponibilidad de las 8 máquinas rectificadoras del taller de rectificaciones automotrices, con una investigación aplicada con técnica cuantitativa y diseño de investigación pre-experimental, nivel Hipotético deductivo, con una muestra de 08 rectificadoras, La data se obtuvo de historiales de fallas, OTM, hodómetros etc. Esta data fue tratada con estadística descriptiva e inferencial del programa Excel y SPSS V27 respectivamente concluyendo como resultado que con la aplicación del PMP la disponibilidad de los equipos ha variado de 88,85% a 94,5% teniendo una mejora de 5,69%, El MTBF ha mejorado 45,2 horas de 62,60 horas a 107,80 horas, el MTTR se ha reducido de 7,13 horas a 5,26 horas de los indicadores anteriores podemos afirmar que la implementación de un PMP en las maquinas rectificadoras del taller de rectificaciones automotrices mejora la disponibilidad de equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO. De acuerdo a las pruebas estadísticas de las hipótesis generales la significancia es menor a 0.05 demostrándose que el mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.

Palabras claves: Plan de mantenimiento preventivo, Disponibilidad, Tiempo medio entre averías, tiempo medio entre reparación.

RESUMO

O instituto TUPAC AMARU-CUSCO é uma instituição de ensino de nível tecnológico superior que possui 10 carreiras profissionais, que contam com oficinas e laboratórios de acordo com a natureza de cada carreira profissional. A carreira profissional de Mecatrônica Automotiva conta com oficinas e laboratórios especializados do setor automotivo. que não possuem plano de realização de ações de manutenção para as oficinas e laboratórios, a pesquisa focou seu objetivo na implantação de um PMP em 08 retificadoras da oficina de retificação automotiva que possuem baixa disponibilidade e a manutenção que lhes é aplicada é realizada quando ocorrem falhas, ocasionando a parada de equipamentos, prejudicando os processos didático-formativos dos alunos da carreira profissional. O objetivo da pesquisa foi melhorar a disponibilidade das 8 retificadoras automotivas, com retificação automotiva. pesquisa com técnica quantitativa e desenho de pesquisa pré-experimental, nível hipotético dedutivo, com amostra de 08 retificadoras. Os dados foram obtidos de históricos de falhas, OTM, hodômetros, etc. Esses dados foram tratados com estatística descritiva e inferencial do programa Excel e SPSS V27 respectivamente, concluindo como resultado que com a aplicação do PMP a disponibilidade dos equipamentos variou de 88,85% a 94,5%, tendo uma melhora de 5,69%. , O MTBF melhorou 45,2 horas, passando de 62,60 horas para 107,80 horas, o MTRR foi reduzido de 7,13 horas para 5,26 horas em relação aos indicadores anteriores, podemos afirmar que a implantação de um PMP nas máquinas retificadoras da oficina de retificação automotiva melhora a disponibilização de equipamentos na oficina de retificação automotiva do instituto TUPAC AMARU-CUSCO. De acordo com os testes estatísticos das hipóteses gerais, a significância é inferior a 0,05, demonstrando que a manutenção preventiva melhora a disponibilidade dos equipamentos na oficina de retificação automotiva do instituto TUPAC AMARU-CUSCO.

Palavras-chave: Plano de manutenção preventiva, Disponibilidade, Tempo médio entre avarias, Tempo médio entre reparações.

INTRODUCCIÓN

Un mantenimiento adecuado garantiza la continuación de las actividades operativas mediante la aplicación de acciones que eviten retrasos en los procesos debidos a averías de máquinas y/o equipos, el tema del mantenimiento está cobrando cada vez más importancia en las empresas, tanto de bienes como de servicios. El instituto Túpac Amaru es una institución líder a nivel sur que forma profesionales técnicos en 10 programas de estudios, sus profesionales técnicos se desempeñan en diferentes instituciones del sector productivo y de servicio de la región y a nivel nacional, El Instituto TÚPAC AMARU-CUSCO cuenta con laboratorios y talleres especializados los cuales no cuentan en la actualidad con un mantenimiento adecuado, todas las intervenciones que se realizan son mantenimientos correctivos, debido a que esperan a que se produzcan problemas para evaluar la maquinaria y/o equipos utilizados, lo que resulta en una baja disponibilidad de maquinaria y equipo que son utilizados en los procesos de experiencia formativas y prácticas de los futuros profesionales técnicos, de esta realidad no escapa la carrera profesional de mecatrónica automotriz el cual cuenta con talleres y laboratorios especializados del área automotriz, como el taller de rectificaciones automotrices en el cual se propuso y aplico un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO, que le permita evitar averías imprevistas que interfieran con el funcionamiento adecuado de las maquinas del taller de rectificaciones automotrices, La investigación está estructurada en ítems: I.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: Conteniendo la descripción del problema, formulación del problema, objetivo general y específicos, Justificación, Delimitantes de la investigación (Teórico, Temporal y espacial); II. MARCO TEÓRICO: el cual contiene: Antecedentes internacionales y nacionales, Bases teóricas, Marco conceptual, Definición de términos básicos; III.HIPOTESIS Y VARIABLES; IV.METODOLOGIA DEL PROYECTO: donde se encuentra Diseño metodológico, Método de investigación, Población y muestra, Lugar de estudio, Análisis y procesamiento de datos, Aspectos éticos de la investigación; V.RESULTADOS donde se

encuentra la contrastación de la hipótesis con la estadística descriptiva, inferencial; Discusión de resultados, Donde se realiza la contrastación de la hipótesis con los resultados, la contrastación de otros estudios similares con los resultados; VI.CONCLUSIONES: Donde se encuentra la conclusión final de esta investigación; VII.RECOMENDACIONES donde se sugiere y recomienda las acciones para seguir con la implementación del plan de mantenimiento preventivo; REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS: donde se menciona las referencias bibliográficas y autores; ANEXOS en los cuales se encuentra la Resolución Directoral de autorización de publicación de resultados, fotografías del taller de rectificaciones automotrices, las hojas de cálculo Excel donde se encuentra toda la data de información de los dos semestres del año 2022 anteriormente y posteriormente a la aplicación del plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La economía globalizada ha resultado en una mayor demanda de mejores productos y sistemas a costos competitivos. Al mismo tiempo, se debe minimizar la posibilidad de falla del producto, independientemente de si la falla solo aumentará los costos asociados con el producto o puede representar un riesgo para la seguridad pública. Es fundamental encontrar formas de predecir las fallas en los equipos y mejorar las condiciones en las que operarán para aprovechar mejor ese tiempo, asegurando una mejor confiabilidad y disponibilidad del equipo.

Actualmente, procesos de mantenimiento alrededor del mundo, están cambiando, El desarrollo tecnológico se denominó originalmente actividad. Una solución solo tiene la intención de solucionar un problema o error. Sin embargo, Poco a poco, adquiere una perspectiva diferente y se vuelven cada vez más parte de ella.

En países de América Latina en vías de desarrollo el mantenimiento inadecuado de los equipos puede ocasionar problemas con la disponibilidad de los equipos o componentes para ciertas operaciones industriales, problema que ha dificultado los procesos mecánicos, traduciéndose en altos costos operativos por ineficiencias en la gestión del tiempo tiene como objetivo mantener y mejorar el desempeño óptimo de las maquinas relacionadas a los procesos productivos y/o de servicio, teniendo en cuenta el problema que se puede construir desde una perspectiva internacional que la baja producción guarda estrecha relación con la baja disponibilidad del equipo.

El mantenimiento deficiente de los equipos crea el problema de la disponibilidad de equipos o componentes para un parque de

maquinaria específico, un problema que siempre ha afectado a los procesos de la maquinaria y ha provocado unos gastos de operación excesivos, de los cuales los más significativos son un nivel elevado e intenso de averías (duración), falta de información para abordar las averías; falta de disponibilidad de máquinas y equipos; velocidades de trabajo inferiores a las ideales y entre otros problemas o causas que han surgido son la ausencia de una definición clara de la relación entre mantenimiento y producción.

Mantenimiento preventivo se trata de un sistema de mantenimiento cuyo objetivo principal es evitar fallos en el sistema de producción mediante la realización de tareas fundamentales (observar, inspeccionar, calibrar, ajustar, cambiar, lubricar, reparar, etc.) a intervalos regulares relacionados con cada ciclo de producción específico ^{13 p. 48}.

Cuando se completan las tareas fundamentales, puede ser necesario realizar más trabajos programados (como mantenimiento correctivo planificado, modificaciones o revisión), los mantenimientos programados son los que se llevan a cabo parando la maquinaria cada vez que transcurre un tiempo determinado. Realizando posteriormente la limpieza, lubricación, desmontaje, sustitución de piezas de recambio y posterior rearme; normalmente, el periodo de tiempo es el que aconseja el fabricante del equipo ^{13 p. 46}.

Como con cualquier otro tipo de mantenimiento, se debe encontrar un compromiso entre el costo del mantenimiento y su efectividad para reducir los costos de tiempo de inactividad. La ciclicidad se convierte en una variable clave que afecta a ambos costes; el tipo de equipo, la relevancia y el contexto afectan esto, este tipo de mantenimiento suele dar buenos resultados y proporciona un alto nivel de disponibilidad. En los últimos años, los estrictos estándares obligan a las empresas a

ser más rentables con el tiempo y lograr la posicionarse del mercado, por lo que no es necesario detener la producción, no detener las máquinas. Trabajar duro para que sus competidores no obtengan una ventaja.

Según Tadeu "El mantenimiento preventivo se lleva a cabo para prevenir el fallo o la disminución del rendimiento del equipo a intervalos de tiempo definidos. Consiste en sustituir piezas a intervalos regulares con el objetivo preventivo de realizar la intervención antes de un fallo inesperado." ²³ p. 55-56. Significa que es mejor, el realizar inspecciones, prevenir y/o predecir futuros problemas o fallas revisar frecuentemente las máquinas. Debemos ser eficientes e intentar mantener las máquinas en perfecto estado.

En el Perú los institutos tecnológicos en la actualidad cuentan con laboratorios y talleres especializados de acuerdo a la naturaleza de cada carrera profesional estos laboratorios y talleres no tienen un manejo apropiado de mantenimiento de maquinaria y equipo lo cual genera que la mayoría de las máquinas y equipos se encuentran inoperativos por lo cual no puedan estar al servicio de los estudiantes y cumplir el fin para el cual fueron implementados.

A nivel local instituto superior tecnológico TUPAC AMARU-CUSCO cuenta con equipamiento en talleres y laboratorios especializados para cada carrera profesional como ejemplo la carrera profesional de mecatrónica automotriz cuenta con talleres y laboratorios equipados y especializados para el área automotriz los cuales no tienen una planificación de acciones de mantenimiento, generando una disponibilidad baja de las máquinas de los diferentes talleres y laboratorios, con impacto directo en los procesos de enseñanza-aprendizaje de los futuros profesionales técnicos, que no garantizaría una adecuada formación de los profesionales titulados.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Es posible que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO?

1.2.2. Problema específico

PE1. ¿Es posible que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta el tiempo medio entre averías de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU CUSCO?

PE2. ¿Es posible que la implementación del plan de mantenimiento preventivo disminuye el tiempo medio de reparación de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO?

1.3. Objetivos generales y específicos

1.3.1. Objetivo general

Determinar como la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.

1.3.2. Objetivos específicos

O.E1.Determinar cómo La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta el tiempo medio entre averías de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU CUSCO.

OE2. Determinar cómo La implementación del plan de mantenimiento preventivo disminuye el tiempo medio de reparación de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Práctica

A partir de esta investigación fue posible desarrollar un PMP de 08 máquinas rectificadoras del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO, el PMP es un instrumento útil para asegurar la disponibilidad permanente de equipo e instalaciones, la implementación del plan creó un sistema de inventario, codificación, reporte, historial, control, diagnóstico y planificación de actividades de las 08 máquinas rectificadoras, incrementando la disponibilidad de las rectificadoras del taller de rectificaciones automotrices, asegurando una mejora de los procesos educativos de los alumnos de la carrera profesional de mecatrónica automotriz, ya que la operación de las máquinas bajo estas condiciones nos brindan mayor seguridad, calidad de los trabajos, prácticas confiables.

1.4.2. Justificación Metodológica

Para lograr llegar al objetivo en esta investigación, se ha utilizado el método de investigación cuantitativo, los datos fueron procesados de forma ordenada y sistemática (realizando la recolección y análisis de la información del mantenimiento preventivo) para mejorar de disponibilidad, también se estableció un procedimiento jerarquizado de operacionalización de dos variables: la VI: plan de mantenimiento preventivo y la VD: disponibilidad, que han sido trabajadas con estadísticos descriptivos e inferenciales, con instrumentos estandarizados y validados permitiendo resumir la información y comparándola entre características observadas respectivamente.

1.4.3. Justificación social

La presente investigación beneficia directamente a los futuros

profesionales técnicos de la carrera profesional de mecatrónica automotriz del instituto TUPAC AMARU-CUSCO, debido a la implementación del PMP se mejoró la disponibilidad de las 08 rectificadoras automotrices del taller de rectificaciones automotrices para los procesos de didácticos-formativos.

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Teórica

El estudio usó conceptos teóricos de mantenimiento de los cuales se seleccionó la teoría del MP para aumentar la disponibilidad de las rectificadoras automotrices del taller de rectificaciones automotrices.

1.5.2. Temporal

Esta investigación estuvo condicionada por el límite de tiempo, desarrollada en el año 2022 de enero a junio antes de la implementación del plan de mantenimiento preventivo y de julio a diciembre después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, con el fin de mejorar la disponibilidad actual del taller de rectificaciones automotrices y beneficiar a los estudiantes de la carrera profesional de mecatrónica automotriz.

1.5.3. Espacial

La investigación realizada tuvo una delimitante espacial, debido a que se desarrolló en el taller de rectificaciones automotrices de la carrera profesional de Mecatrónica Automotriz del instituto TUPAC AMARU-CUSCO ubicado dentro de las instalaciones del instituto con dirección en prolongación Avenida la cultura 396 – San Sebastián-CUSCO.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes: Internacional y nacional

2.1.1. Antecedentes internacionales

Da Silva. En el trabajo de maestría del Instituto Superior de Engenharia do Porto de la maestría en ingeniería mecánica-Gestión industrial “Desarrollo de mantenimiento preventivo en una empresa industrial”. Este trabajo tuvo como objetivo principal planificar y gestionar el PM para reducir el porcentaje de mantenimiento correctivo, en esta investigación se aumentó las tareas y operaciones de mantenimiento principalmente preventivo, aumentando consecuentemente la eficiencia del mantenimiento. Se adoptó una metodología de investigación que se ajusta a los principios de Investigación-Acción, utilizando herramientas de calidad. De la investigación se concluye que, en el caso del porcentaje por tipo de mantenimiento, el mantenimiento correctivo disminuyó un 22,3% en el primer trimestre de 2020 respecto al año anterior, y el mantenimiento preventivo aumentó un 16,7% en el mismo período homólogo. Desde el inicio de las prácticas hasta la semana 15 del 2020, la disponibilidad de equipos ha aumentado un 4%, con el tiempo medio de reparación MTTR indicador también decreciendo 12.5%. En cuanto al cumplimiento de la mensualidad general plan de mantenimiento, en comparación con lo planificado, hubo un aumento del 3%, con este último habiendo alcanzado el 99% del plan mensual en el último mes, incluyendo todo lo creado órdenes de trabajo en el plan. También fue posible reducir los costos de mantenimiento para la producción equipamiento por 13.695,16 euros en relación a los dos periodos en estudio y también una reducción de 18.642,99 euros en artículos obsoletos que se encontraban inventariados ^{5 P. 57-60}.

Tadeu. En su investigación de Maestría Profesional en Ingeniería de Producción en la Universidad de Araraquara - UNIARA, “Evaluación

de la estrategia de mantenimiento industrial de una planta de caña de azúcar a través de la confiabilidad de equipos” El propósito de este trabajo es verificar si la estrategia de mantenimiento del ingenio de caña de azúcar es la más adecuada para su gestión de mantenimiento utilizando la función de confiabilidad. La metodología de búsqueda utilizada se basa en modelos estadísticos utilizando datos de análisis de confiabilidad para el MTTR y MTBF. Cabe recalcar que este trabajo se limita al análisis de datos históricos de paradas de mantenimiento de origen industrial sin tener en cuenta condiciones climáticas como lluvias, temas agrícolas como escasez de caña de azúcar o temas administrativos y su impacto o consecuencias en el resultado de los procesos del mantenimiento industrial. El trabajo tampoco analiza el efecto o impacto de posibles cambios en las condiciones económicas, fondos disponibles para mantenimiento y la disminución del personal técnico dedicada operación o mantenimiento de equipos industriales, que paraliza la operación de molienda, es decir, interrumpe la línea de producción. Estos tiempos están indicados por distribución logarítmica normal y modelado de distribución de probabilidad de Weibull, los resultados mostraron que en los años 2013 y 2014 deben analizarse en su conjunto. Porque había una sensibilidad mejora y evolución gradual en todos los indicadores excepto el MTTR. Respectivamente tenemos los siguientes resultados en estos años, el Tiempo medio entre averías fue de 20.89 y 26.035 horas, la disponibilidad operativa fue 96.84% y 97.23%, la confiabilidad fue 26.8% y 37.0% (para un tiempo $t = 24$ horas), el tiempo donde ocurre el 50% de las fallas fue a las 8.797 y 14.091 horas. El número de fallas en el período se redujo en un 32,12%, de 249 en 2013 a 169 en 2014. En el análisis del factor de forma (γ) también es posible evidenciar la mejora del indicador, ya que los valores se acercaban a $\gamma=1$, cuando en 2013 era 0,640 y en 2014 era a 0,680 ^{23 p. 67-68}.

En el artículo científico “Incremento de la disponibilidad operacional

por medio de un mantenimiento preventivo aplicada a llaves hidráulicas de tubos de la industria del petróleo” publicado en universidad Federal Rural do Semiárido – UFERSA. Tuvo como problema el determinar la mejora de la disponibilidad operativa de 5 llaves hidráulicas para tubos en la industria petrolera através del mantenimiento preventivo, para esto toma como alternativa la implementación de un PMP sin afectar directamente a la producción, el cual consiste en realizar servicios en base a un periodo y rutina de actividades predeterminado. Con el fin de aumentar la disponibilidad operativa de las 5 llaves hidráulicas de tuberías, se utilizó el historial de fallas del equipo, OTM, y un análisis con la herramienta 5 porqués (causa efecto), el estudio fue pre experimental longitudinal porque se realizó en el tiempo utilizando herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales El propósito del análisis de datos es preparar los Indicadores clave de desempeño (KPI - Indicador de Desempeño) que están directamente relacionados con el objetivo de este trabajo. Los KPIs analizados son el MTBF, MTTR, número de fallas y disponibilidad. Al final del trabajo se puede observar que un PMP se logró mejorar los MTTR y MTBF y se minimizaron los efectos inproductivos del equipo en estudio.

Por tanto, así, se evidencia MTBF mejoro de 14,8 días, a 18,9 días con un incremento medio de 4,1 días, el MTTR se redujo de 0,68 h a 0,4 horas con una consecuente mejora de la disponibilidad lo cual confirma que los PM preventivo elaborados son capaces de proporcionar mayor disponibilidad, confiabilidad y producción a las llaves hidráulicas para tubos ⁶ p. 7-11.

Nilda et al. En su artículo científico “Programación de mantenimiento preventivo por diseño de modularidad aplicado a la máquina trituradora de piedra caliza” Revista Científica scienceDirect- Ingeniería de confiabilidad y seguridad del sistema [en línea] Volumen 43, noviembre de 2020, Este articulo tuvo como objetivo el determinar

una estrategia optima del PM para maximizar la disponibilidad en estado estacionario de sistemas que involucran distribuciones de probabilidad generales. Específicamente, los PM se programan regularmente y realizan una cantidad específica de actividades de mantenimiento incompletas (IM) antes de cada reemplazo. Desarrollaron ecuaciones de transición de estado que involucran distribuciones de probabilidad generales utilizando un enfoque de variable aditiva. La distribución en estado estacionario se calcula resolviendo un sistema de ecuaciones lineales a partir del cual se puede obtener la disponibilidad en estado estacionario del sistema. Probamos si existe una combinación óptima de la cantidad de pasos de IM antes de cada reemplazo y el intervalo de PM programado. Se proporcionan ejemplos numéricos para ilustrar la efectividad del método propuesto para resolver tales problemas reales de mantenimiento.

La investigación concluye que la disponibilidad en estado estacionario es uno de los indicadores más importantes del rendimiento de un sistema operativo. Los modelos de mantenimiento preventivo (PM) se han estudiado ampliamente para mejorar la disponibilidad en estado estable de tales sistemas. Sin embargo, estos modelos asumen una distribución exponencial de la vida útil del sistema y la duración del mantenimiento. En la práctica, las características de probabilidad de varios sistemas y operaciones de mantenimiento son tan grandes que la distribución exponencial es un modelo inapropiado. (2020, p. 683-687)

Rayme y Días. En su artículo científico "Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medición" Revista Científica y Tecnológica QANTU YACHAY Volumen 1, Número 1, Julio - diciembre 2021. El objetivo del estudio es comprobar que mantenimiento preventivo mejora el rendimiento de los dispositivos de medición operativos. Las variables de investigación son: VI:

mantenimiento preventivo, VD: Productividad, Este estudio utiliza un enfoque de diseño cuantitativo, no empírico y es principalmente un tipo de investigación basada en hipótesis. Los autores concluyeron que el MP programado incrementa la eficiencia del equipo de medida en funcionamiento, mostrando un aumento de productividad del 46%. Este trabajo de investigación es significativo porque confirma que realizar un MP incrementa la productividad del equipo de medición ²² p. 1-2.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la Investigación de maestría en la Universidad Nacional del Callao para la obtención del grado de maestro “plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC 2018”. La finalidad del estudio fue implementar un PMP para equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y motores térmicos FIME-UNAC. Utilizo un método no experimental, aplicado deductivo, con una población muestra de 8 máquinas y equipos del Laboratorio de mecánica de fluidos y motores térmicos-FIME-UNAC se utilizó como instrumento la observación directa. Los autores lograron los siguientes resultados, los cuales confirmaron que la disponibilidad de equipos y maquinaria aumentó de 68.75 % a 86.75%, con la aplicación del plan de mantenimiento propuesto, logró el objetivo de mejorar la disponibilidad de equipos y máquinas. Este trabajo de investigación es importante porque logra confirmar que existe una mejora de disponibilidad de 8 unidades experimentales equipos y máquinas ¹¹ p. 117-121.

Peralta. En su investigación para obtener el grado de Maestro “plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la empresa metalmecánica AR&ML CONSTRUCTORES E.I.R.L., San Juan de Lurigancho, 2019” de la Universidad Nacional del Callao.

Su objetivo fue desarrollar un PMP para mejorar la productividad, el rendimiento y la eficiencia de la empresa metalúrgica AR&ML CONSTRUCTORES E.I.R.L. Se utilizó una metodología aplicada, método de investigación cuantitativa, población de 47 grupos, Las herramientas para la recogida de datos son la observación (muestra de recolección de datos), los instrumentos fueron validados en la empresa de forma real. Mediante el programa estadístico SPSS versión 20 para analizar datos descriptivos, inferir y unificar hipótesis, el autor obtuvo los resultados obtenidos en el estudio: la productividad se incrementó en 23%, la eficiencia aumentó en 19 % con un rendimiento de 12%, concluyendo que implementar el PMP aumentaba la productividad, el rendimiento y la eficiencia. Esta investigación es importante porque confirma que la gestión del PM en siderúrgica AR&ML CONSTRUCTORES E.I.R.L. mejorar el rendimiento la eficiencia y productividad ^{18 p. 80-90}.

La investigación de maestría en la Universidad Nacional del Callao para la obtención del grado de maestro “Gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en los equipos mineros de transporte en la unidad Inmaculada-Ayacucho de la empresa Unión de Concreteras S.A”, El objetivo de la investigación fue determinar cómo GMP puede mejorar la disponibilidad de equipos de minería transportable. La investigación abordó un problema en la instalación de transporte de la mina, que tiene su centro en la mina Inmaculada Ayacucho a una altura de 4200 metros. El estudio determinó que la aplicación de la GPM mejoró significativamente la disponibilidad de equipo minero transportable de Unión de Concretarás S.A. En la unidad estructural Inmaculada-Ayacucho, aumentando en un 4.06%, por lo que aumentó significativamente la efectividad del MP en cuanto a la disponibilidad de mina transportable. Equipo. Los resultados mostraron una reducción de 19.63% en el promedio de fallas costando a la

empresa S/. 2.29 por m³, ahorrando a la empresa 129,920 soles por año.

Este trabajo de investigación es importante porque logra confirmar la hipótesis que la gestión del mantenimiento preventivo mejora significativamente la disponibilidad de equipo de minería transportable en Unión de Concreteras S.A. ^{2 p. 77-83}

Rashuaman. Investigación de maestría - Universidad Nacional del Callao para la obtención del grado de maestro en gerencia de mantenimiento “modelo de gestión de mantenimiento para el incremento de disponibilidad de las máquinas en una planta de fabricación de bombas centrífugas”. Este estudio está basado en el desarrollo de una gestión de mantenimiento que mejora la disponibilidad de maquinaria que fabrican bombas centrífugas en una fábrica, a fin de mejorar la rentabilidad de la producción. Esta investigación tuvo un diseño no experimental, tendencia longitudinal, se buscó el grado de relación entre variables (correlación), mantenimiento y disponibilidad del equipo estas variables se gestionaron durante un período de tiempo. Se utilizaron herramientas y técnicas para la recolección de datos., particularmente análisis de órdenes y especificaciones de servicios de reparación, observación directa y entrevistas. Los investigadores concluyeron que al implementar un nuevo modelo de mantenimiento, la empresa fabricante de bombas centrífugas aumentó la disponibilidad en un 2,5 %, lo que explica gran parte del aumento de la producción de 9 a 22 toneladas cada mes. Este estudio es importante porque muestra que la gestión del mantenimiento aumenta la disponibilidad de las máquinas en un 2,5% ^{21 p. 135-143.}

Terán. En su investigación de maestría de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Industrial con el tema de investigación “rediseño del

sistema de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de la flota de tractores de la empresa Danper Agrícola Olmos S.A.C” El objetivo de la investigación fue sugerir alternativas de solución a los problemas potenciales que Danper Agrícola Olmos S.A.C. había identificado en el mantenimiento y mejora de las áreas de confiabilidad de la flota, así como en la reducción de los costos de operación mediante el uso de herramientas y métodos centrados en la gestión del mantenimiento para elevar el nivel de estos indicadores. Para el desarrollo del programa de mantenimiento se utilizó la idea del mantenimiento preventivo, junto con instrumentos para evaluar la criticidad de los sistemas de la flota, y se puso en marcha un programa de formación para mejorar la competencia técnica de las personas encargadas del mantenimiento. Comprobaron que la disponibilidad y la fiabilidad de la flota de tractores eran del 75% y el 71%, respectivamente, antes de la adopción del programa de mantenimiento, y que estas cifras aumentaron al 98% y el 93%, respectivamente, con la aplicación del programa de mantenimiento ²⁴ p. 76-82.

Galarza En su investigación de maestría en la Universidad Nacional del Callao para la obtención del grado de maestro “implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de moldes de panetón para el incremento de la productividad en la empresa multimoldes S.A.C. – 2018”. El propósito del estudio fue determinar cómo implementar el programa de mantenimiento preventivo en Multimoldes S.A.C. Panettone en líneas de moldeo para aumentar la productividad. – 2018. Se compararon dos conjuntos de datos de órdenes de trabajo antes y después de la adopción del programa de mantenimiento preventivo utilizando una metodología de estudio cuasiexperimental. Los resultados obtenidos con el programa SPSS, revelaron que la productividad aumentó en un 20,97 %, la productividad aumentó en un 16,20 %, la productividad aumentó en

un 7,18 %. La investigación muestra que el mantenimiento preventivo de las líneas de moldeado de panettone mejora la eficiencia y el rendimiento junto con una mayor productividad ^{8 p. 54-61}.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Mantenimiento

Pérez. Conjunto de tareas que deben realizar los responsables de este departamento o área para asegurar que las instalaciones, máquinas, piezas y equipos utilizados en un proceso industrial se encuentran en las condiciones de funcionamiento adecuadas a los fines para los que fueron creados, construidos, instalados y puestos en uso. Esta serie de tareas combina conocimientos, experiencia, habilidad y trabajo en equipo con la ayuda de los demás departamentos de la organización para producir un trabajo administrativo y operativo de calidad que cumpla con los indicadores de rendimiento o gestión que cada organización utiliza y avance en sus objetivos ^{19 p. 21}.

Se entiende como mantenimiento a un conjunto de métodos y sistemas que hacen posible el ocuparse de los problemas de los equipos y solucionarlos realizando cambios y reparaciones adecuadas y convenientes para que sigan funcionando correctamente. El objetivo fundamental del mantenimiento es evitar las paradas de máquinas y desgracias provocadas por piezas dañadas. El mantenimiento está estrechamente relacionado con la previsión de contratiempos y lesiones a los trabajadores, ya que es su obligación mantener las máquinas, los aparatos y los grupos de máquinas en buen estado para lograr una mejor disponibilidad de máquinas y así mejorar la producción.

2.2.2. Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento contiene la lista de trabajos de

mantenimiento planificados que deben realizarse en una planta para mantener los niveles de disponibilidad definidos. Como consecuencia del estudio de las incidencias que se producen en la planta y del análisis de los numerosos indicadores de gestión, es un documento vivo que se modifica continuamente. ^{9 p. 37.}

El PM es un documento técnico especializado que indica el trabajo de mantenimiento planificado y organizado para cada máquina o equipo. El plan incluye todos los trabajos y actividades de mantenimiento, una descripción de cada intervención o trabajo, el periodo previsto para cada trabajo y los recursos necesarios para llevarlos a cabo.

2.2.3. Objetivo del mantenimiento

Al mantenimiento preventivo se le puede definir como la conservación planeada. Tiene como función permitir el conocimiento sistemático del estado de las máquinas y equipos para programar la tarea que debe realizarse, en los momentos más oportunos y de menor impacto ^{1 p.12.}

De lo anterior, se puede concluir sobre el mantenimiento es un conjunto de métodos y sistemas utilizados para solucionar problemas y dejarlo en óptimas condiciones de funcionamiento de los sistemas de producción las cuales tiene que estar en condiciones operativas adecuadas, con el mejor desempeño posible y costo compatible, maximizando la disponibilidad de maquinaria y equipos preservando el valor del objeto y reduciendo el desgaste por su uso.

2.2.4. Tipos de mantenimiento

Mantenimiento correctivo

Pérez mantenimiento correctivo se lleva a cabo cuando una máquina deja de funcionar porque se ha producido un mal funcionamiento o un error, y su objetivo es restablecer el funcionamiento normal teniendo el menor impacto posible en la productividad. Normalmente, el

componente de la máquina o equipo se repara o sustituye en el menor tiempo posible ^{19 p. 37}.

Se refiere a un conjunto de actividades que corrigen defectos existentes en las maquinas o equipos, dichas fallas son reportadas por los propios usuarios al notar algún desperfecto a falla que pare o dificulte el adecuado funcionamiento de los componentes de máquina, el MC se ocupa de corregir errores, fallas o correcciones a medida que ocurren.

Tipos de Mantenimiento correctivo: Según Pérez define la existencia de dos tipos de mantenimientos correctivos:

El mantenimiento correctivo no programado: se pone en marcha cuando una máquina o un equipo falla inesperadamente, lo que requiere una parada para sustituir la pieza dañada por otra nueva o usada.

Se desarrolla una vez se ha producido un desperfecto y la maquina no funciona como debería, por lo que esta operación es siempre urgente y difícil de gestionar, lo que se traduce en gastos elevados para la empresa.

El mantenimiento correctivo programado o planificado: se lleva a cabo cuando se determina que un componente de la máquina va a fallar y se planifica el mantenimiento para evitar este fallo potencial. Se planifica el mantenimiento para solucionar este posible problema. Se desarrolla una vez que se reconoce o identifica una falla que hay que arreglar el equipo; esto permite una puesta en marcha controlada ^{19 p. 37-38}.

Mantenimiento Predictivo

Implica conocer y reportar continuamente el estado y desempeño de una instalación conociendo el valor de ciertas variables. Para aplicar este tipo de mantenimiento, es importante reconocer los factores

reales como presión, temperatura, caudal, volumen, rpm, los cuales pueden variar con el tiempo y sus cambios podrían ocasionar problemas en los equipos. Este mantenimiento es de mayor complejidad técnica porque requiere el uso de herramientas sofisticadas y un profundo conocimiento de la física, las matemáticas y la tecnología. Su objetivo principal es localizar los defectos y dar tiempo para su reparación sin interrumpir el servicio.

Beneficios de las técnicas de mantenimiento predictivo

Al utilizar las técnicas del mantenimiento predictivo se puede obtener los siguientes beneficios:

- Incrementar disponibilidad de equipos
- Mejora la confiabilidad general.
- Reducir las pérdidas (materia prima por paradas no planificadas).
- Reducir el nivel de intervención anual del equipo.
- Reducir costos en repuestos.
- Reducir los accidentes y mejorar la seguridad.
- Reducir los costos en contratos de seguros industriales.

Mantenimiento Productivo Total

Basado en mediciones, seguimiento e indicación de parámetros y controlando condiciones de funcionamiento de las instalaciones y equipos, dicho mantenimiento supone por ello un coste muy elevado de los equipos en uso. Toda la producción y mantenimiento: tiene como objetivo eliminar seis pérdidas principales de equipos (Averías reparación de ajuste velocidad reducida para las cortas defectos de calidad y puestas en marcha) para realizar una producción "oportuna", que se recomienda evitar cada desecho. Estas seis pérdidas principales están relacionadas con el equipo que conduce a la eficiencia de la producción.

2.2.5. Mantenimiento preventivo

El MP asegura cierto nivel de servicio, esta actividad de prevenir es planificando actividades de reparación o trabajos de prevención de los puntos que necesiten atención en un momento adecuado, el MP es el mantenimiento rutinario que se realiza antes de que se produzca un accidente el mantenimiento rutinario se aplica para prolongar la vida de la máquina.

Objetivos del mantenimiento preventivo

Pérez. Entre los objetivos más importantes del mantenimiento preventivo se encuentran los siguientes

- Disponibilidad, que es la probabilidad de que una máquina funcione según sea necesario.
- Fiabilidad: Se refiere a la probabilidad de que la máquina funcione según las necesidades del usuario en todo momento.
- Aumentar: en la medida de lo posible la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas o equipos mediante la realización de un mantenimiento planificado ^{19 p. 39}.

Pieritz. con el objetivo de evitar paradas no programadas y el deterioro excesivo de los activos (equipos), lo que podría resultar en un aumento de las pérdidas en la empresa, el mantenimiento preventivo tiene como objetivo mantener el nivel de funcionamiento de los activos (equipos), el mantenimiento preventivo se basa en técnicas de trabajo basadas en la previsión de durabilidad de los componentes en relación con el tiempo de trabajo del equipo y en condiciones de mantener el equipo funcionando por acciones del desempeño de los elementos de máquina, componentes utilizados, condiciones del ambiente de trabajo como corrosión, fatiga, entre otras condiciones que pueden influir en la degeneración del equipo ^{20 p. 41}.

El Mantenimiento Preventivo está basado en inspecciones periódicas, y su ejecución de trabajos en elementos de máquina, aunque no tenga signos manifiestos de deterioro, aunque el componente que hay que sustituir parezca estar en buen estado, existe una gran probabilidad de que se averíe a medida que avance el periodo de mantenimiento programado, el fundamento del mantenimiento preventivo son las probabilidades estadísticas, que se explican frecuentemente por la "curva de bañera",

2.2.6. Fases del mantenimiento preventivo

Montilla las fases de implementación de un mantenimiento preventivo son:

- Inventario de la maquinaria, herramientas, propiedades y vehículos que cubrirá el plan de mantenimiento.
- Codificación de herramientas, máquinas y vehículos.
- Creación de la tarjeta de datos maestros del TMD.
- Elaboración de los documentos de hoja de vida de los equipos.
- Lista de requisitos previos e instructivos.
- Balance de actividades y programación (tablero de control).
- Elaboración de procedimientos básicos de mantenimiento RBM.
- Definición y desarrollo de formularios (TMD, hojas de vida, órdenes de trabajo, indicadores, etc.) para ayudar a la gestión del mantenimiento ^{13 p. 62}.

2.2.7. Plan de mantenimiento preventivo - PMP

Para Pieritz. Un plan de mantenimiento no es más que un conjunto de informaciones que el técnico de campo recibe del sector PCM - Planificación y Control del Mantenimiento, después de haberlas estructurado adecuadamente. Por lo tanto, es fundamental hacer hincapié aquí en el ciclo de la información ²⁰.

Para Terán, el mantenimiento preventivo es el que se ejecuta con la

finalidad de reducir las probabilidades de fallas en las distintas máquinas y equipos dentro de un sistema productivo, este tipo se pueden ejecutar de dos maneras: Mantenimiento preventivo sistemático, este es efectuado mediante intervalos de tiempos ya establecidos teniendo en cuenta la criticidad de cada máquina o equipo dentro del sistema. Mantenimiento preventivo en base a condición, este tipo de mantenimiento es efectuado mediante la evaluación previa de cada sistema que intervienen en el buen funcionamiento de una maquina o equipo ^{24 p. 18}.

Cualquier acción puede llevarse a cabo eficazmente mediante el uso de un PMP; como resultado, se requiere el pleno compromiso de la organización para la ejecución satisfactoria del plan previsto. De este modo, la empresa podrá introducir mejoras importantes en su proceso de fabricación, calidad, seguridad sin afectar el medio ambiente. Los PMP deben de contener todos los controles y actividades de las acciones realizadas, y deben estar completamente descritos en el plan. Debe estar siempre actualizado y accesible a acciones de revisión y control o comprobación a que actividad corresponde el mantenimiento. Evitar que se produzcan problemas y minimizar los efectos de los fallos de los equipos son los objetivos fundamentales del mantenimiento. Sustituir las piezas desgastadas, cambiar el aceite y los lubricantes y sustituir las piezas desgastadas son ejemplos de mantenimiento preventivo., etc.

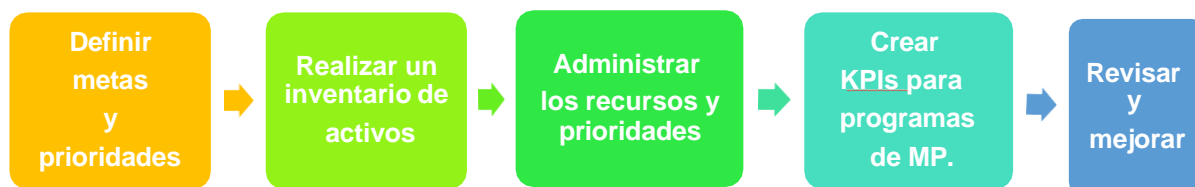
2.2.8. Implementación del mantenimiento preventivo planificado

Para llevar a cabo el mantenimiento preventivo planificado es necesario adoptar las siguientes medidas

- 1) Definir metas y prioridades.
- 2) Realizar un inventario de activos, lista pendiente de tareas
- 3) Administrar los recursos y prioridades.
- 4) Crear KPIs para programas de MP.

5) Revisar y mejorar.

Figura 2.1. Implementación de plan de mantenimiento planificado



1. Determinación de metas y objetivos

Identificar con precisión lo que se quiere conseguir con el programa de mantenimiento es la primera etapa en la creación de una estrategia de mantenimiento preventivo. La mayoría de las veces, la estrategia ideal es empezar poco a poco y ampliar el programa después de ver algunos resultados prometedores.

Este punto es importante en el resultado del PMP que se planteó algunas preguntas básicas, a partir de las cuales se creó el procedimiento de mantenimiento preventivo.

Estas preguntas plantearon cuestiones sobre la preponderancia del factor económico (eligiendo el plan de mantenimiento menos caro posible), sobre remediar fallas pasadas que ocurrieron en alguna otra ocasión (para evitar que se repitan de ahora en adelante) o sobre centrarse en la salvaguarda de equipos básicos cuya sustitución es esencialmente más costosa, o cuya falla afectaría seriamente la operación del taller de rectificaciones.

A la implementación de un PMP en las 8 máquinas del taller de rectificaciones automotrices del instituto Túpac Amaru Cusco buscando mejorar la disponibilidad del taller de rectificaciones automotrices del instituto Túpac Amaru Cusco para lo cual se realizó

las siguientes actividades

- Se diagnosticó y verifco las 8 máquinas rectificadoras con el objetivo de determinar su situación en ese instante.
- Realizo las pruebas de operación de funcionamiento de las 8 máquinas rectificadoras, con el objetivo de determinar su situación.
- Se verifco y señalizo las áreas de operación a incluir en el plan, con el objetivo de delimitar las áreas de trabajo.
- Se realizó las inspecciones y ajustes de la operación de máquinas rectificadoras con el fin de asegurar su adecuado funcionamiento al momento de realizar los mecanizados correspondientes.
- Se verifco el estado y operación de herramientas e instrumentos que son necesarios para la correcta operación d ellos trabajos de rectificado (mecanizado) de las rectificadoras automotrices.
- Se implementó y desarrollo el plan de entrenamiento de los encargados del mantenimiento.
- Se organizaron los datos y se procesaron

Realizando las actividades anteriores, la carrera profesional de mecatrónica automotriz estuvo en las condiciones de elaborar un PM orientado a conseguir los objetivos fijados. Además, en realidad no existe una única receta legítima, ya que en general pueden ser sustanciales simultáneamente las actividades realizadas para determinar las metas y objetivos que están respaldadas por la teoría de los autores los cuales se detallan:

2. Realizar un inventario de activos y una lista de tareas pendientes

En esta fase posterior, la idea es empezar por elaborar un inventario de los recursos, por ejemplo, una lista de todos los equipos y otros que pueden requerir trabajos de mantenimiento. El resultado fue una

guía dividida por familias de equipos para facilitar el asesoramiento y la clasificación en nuestro caso la familia de rectificadoras automotrices

Asimismo, cada pieza del equipo de la lista irá acompañada de una progresión de propiedades importantes para enmarcar la metodología de asistencia:

- Sugerencias del fabricante. Estas incluyen las circunstancias de funcionamiento ideales caracterizadas por el fabricante de los equipos, así como las tareas de asistencia sugeridas y su preparación a largo plazo.
- Plazos de garantía. Es el tiempo durante el cual el equipo está cubierto por la garantía del fabricante.
- Historial de soporte. Abarca todas y cada una de las comprobaciones y arreglos anteriores a la disposición del arreglo. (Es importante conocerlos para conocer la fase inicial de la valiosa vida del equipo).
- Nivel de criticidad. Implica ordenar el recurso según su importancia en la disposición del equipo. Esta segregación ayudará posteriormente a centrarse en el mantenimiento de los equipos más básicos o costosos, y a destinar los menos básicos (o más prácticos) a actividades de soporte correctivo.

Una técnica para caracterizar la viabilidad y la criticidad en el mantenimiento es el ABC. El objetivo es caracterizar todos los recursos de una clase:

A: Altamente crítico

B: Moderado crítico

C: Baja criticidad.

Ejemplo de Inventario de activo

- Nombre del taller: taller de rectificaciones automotrices

- Grupo de máquinas: maquinas rectificadoras
- Recurso: rectificadora de bancada
- Marca: Shangai
- Periodo de garantía: No cuenta
- Propuestas del productor: Dos exámenes anuales (febrero y diciembre) e investigaciones mes a mes a lo largo de los últimos meses.
- Fecha de la última evaluación: enero de 2021.
- Criticidad: Clase B.

3. Administrar prioridades y recursos

Cuando todos los datos subyacentes están libres y se tiene clara la mejor situación a la que se puede llegar, es el momento adecuado para aterrizar esta información y elaborar un plan de traslado transitorio, iniciando en cuenta los activos en curso (tiempo y efectivo) y la criticidad de los recursos (los más costosos, los principales, los que tienen una garantía que caduca antes...).

En esta fase, se trata en realidad de aplicar el buen juicio: las convenciones de actividad surgirán normalmente tras una primera amplitud de los datos acumulados:

- Equipos de la clase A (el más básico) será el principal sobre el que recaerán las actividades de MP. Los fallos en estos equipos tendrán resultados más graves, por lo que es importante reducir la probabilidad de fallo.
- Equipos de la clase B (criticidad media) serán los más próximos a evaluar. A pesar de que no son tan significativos como los de clase A, se espera que una avería pueda ser posiblemente peligrosa.
- Equipos de la clase C (baja criticidad) son los últimos en

añadirse a la lista de necesidades, ya que sus averías no entrañan ningún riesgo posible; para este tipo de equipo, el apoyo restaurativo es más adecuado que el mantenimiento preventivo.

Una vez agrupados los recursos en función de su criticidad, se elaboró una lista de tareas en función del grado de dificultad de cada uno. Así:

- Nivel 1. tareas que no necesitan trabajo dotado.
- Nivel 2. tareas que requieren trabajo dotado.
- Nivel 3. tareas cuyo trabajo, sin perjuicio del trabajo particular, debe confirmarse legalmente.
- Nivel 4. tareas de gran envergadura que requieren un trabajo talentoso.
- Nivel 5. Enormes correcciones de alcance que implican un alto riesgo para la mano de obra.

Hemos caracterizado nuestros objetivos trazados y la periodicidad ideal de cada tarea de mantenimiento preventivo. Tuvimos que hacer una interpretación de nuestros objetivos en función del tiempo y los medios de que disponemos.

- Con el paso inicial, sabemos en qué recursos centramos.
- Con el paso siguiente, sabemos definitivamente qué recursos son los más básicos.
- Entonces encajamos la lista en el PM:
 - Actividades de mantenimiento preventivo (MP) en los recursos más básicos (Clase A), cuya falla influye más en nuestros objetivos; actividades preventivas de apoyo sobre recursos significativos para la organización, sin embargo, cuya decepción inevitable influye menos en la actividad ordinaria de la organización (criticidad Clase B); actividades de apoyo

a la búsqueda de fallas (pruebas y confirmaciones) sobre recursos básicos.

4. Crear KPIs para programas de mantenimiento preventivo

La Unión Europea distribuyó la norma UNE EN 15341 en 2007, donde se deja un compendio de puntos de apoyo que sirven para: Medir el estado, Hacer correlaciones (internas y externas), Realizar diagnósticos, Reconocer metas y caracterizar objetivos, Planificar actividades de mejora, Medir cambios constantemente a largo plazo. Los indicadores se organizan en 3 grupos: Monetario, técnicos y Organizacionales.

Los indicadores técnicos según la norma UNE EN 15341 en 2007

- Disponibilidad de mantenimiento = $\frac{\text{Tiempo de actividad total}}{\text{tiempo de inactividad de mantenimiento de tiempo de actividad total}}$.
- Disponibilidad operativa: tiempo de disponibilidad logrado a tiempo/según sea necesario.
- Número de averías por mantenimiento / tiempo de trabajo.
- MTBF = $\frac{\text{Tiempo total de horas disponibles}}{\text{N}^\circ \text{ fallos}}$.
- MTTR = $\frac{\text{Tiempo total de recuperación}}{\text{N}^\circ \text{ fallas}}$.

Para el caso de implementación del PMP para mejorar la disponibilidad de 08 máquinas rectificadoras del taller de rectificaciones automotrices del instituto Tupac Amaru-Cusco se ha tomado la variable disponibilidad y sus dimensiones MTBF, MTTR (indicadores).

5. Revisar y mejorar.

Con el paso del tiempo, es concebible que algunas situaciones cambien, que la criticidad de un recurso se modifique o que los activos monetarios de la organización permitan destinar más dinero actividades de MP.

En cualquier caso, a partir de la información extraída de los KPIs

caracterizados, será posible ampliar una situación de evaluación del PMP que puede producirse con la periodicidad que la carrera profesional elija.

Algunas de las preguntas normales que hay que plantearse en esta fase son:

- ¿Se han dedicado unos cuantos recursos de más al mantenimiento y otros se han dedicado de menos?
- ¿Han sido vitales todas las actividades de mantenimiento preventivo, hay alguna que pueda suprimirse y hay nuevas actividades que deban integrarse en el dispositivo?
- ¿Ha habido algún recurso que no haya cumplido las expectativas?
- ¿Ha habido algún equipo que no se haya agotado durante este periodo?
- ¿Ha habido alguna decepción que se podría haber evitado suponiendo que se hubiera dado un paso preventivo? ¿Ha habido alguna decepción que nunca se hubiera podido deducir anticipadamente?
- ¿Tienen todos los recursos un grado de oportunidad similar al de la evaluación anterior?
- ¿Hay algún recurso cuya criticidad deba reexaminarse?

2.2.9. Pasos para establecer el PMP

Este plan es una lista donde se fijan las actividades de mantenimiento en periodos de tiempo determinados. Al momento de ejecutar dichas actividades se debe efectuar con mucho orden el objetivo de equilibrar la carga de trabajo con el cumplimiento de la producción. Es necesario un control para apreciar algún cambio en el PMP. Por otro lado, el Ingeniero de mantenimiento Preventivo tiene que establecer que un plan de mantenimiento preventivo se toma su tiempo y que no se

alcanzan los resultados de un día para otro; pero al cabo de pocos meses se ven los resultados del plan implementado.

2.2.10. Procedimientos del mantenimiento preventivo en el taller de rectificaciones automotrices del instituto Tupac Amaru- Cusco

El programa de mantenimiento preventivo deberá incluir procedimientos detallados que deben ser completados en cada inspección o ciclo. Existen varias formas para realizar estos procedimientos en las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo (Rey, 2001).

Para la implementación del PMP en el taller de rectificaciones automotrices del instituto Tupac Amaru- cusco se tuvo que realizar actividades y trabajos como:

- La preparación y utilización de un registro de materiales y repuestos en el plan de mantenimiento.
- Registro de materiales y repuestos codificados
- Debe tener estrategias definidas o registros de rutina preparados por maquina con su respectiva codificación, por máquina o equipo.
- Tabla de recurrencia de MP: Siempre que haya elegido el aparato y el equipo para su programa PMP, teniendo en cuenta los materiales y herramientas que se utilizará para cada trabajo que se dará.
- Planificar: programar entre las revisiones o la ejecución de PMP en fechas y horas.
- Utilización: La cantidad de material en horas, litros, kilogramos, otra medida de estimación en las revisiones teniendo como referencia algún estándar para obtener la comparación y estimación de las medidas

Tipos de servicios prestados en el Plan de MP del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU- CUSCO

Los siguientes tipos se utilizan para garantizar un adecuado mantenimiento de las rectificadoras automotrices

A. Servicio diario de las maquinas rectificadoras

El objetivo es echar un vistazo realmente al estado de las 08 máquinas rectificadoras automotrices teniendo en cuenta, sistemas de control, componentes, comprobar niveles de aceite, lubricación, instrumentos, componentes de las maquinas rectificadoras automotrices, así como comprobar la coherencia con especificaciones técnicas y normatividad.

- Trabajos periódicos: Son trabajos que se realizaron cada cierto tiempo y son creados para mejorar la:
 - Limpieza de herramientas e instrumentos que trabajan en circunstancias antihigiénicas: (motores eléctricos, sifones, transportes, etc.).
 - Cambio del aceite y engrase. Se realiza mediante un arreglo elaborado con antelación.
 - Comprobar los ajustes y tolerancias de los diferentes elementos después de los arreglos.

B. Revisión de las rectificadoras automotrices

Es la actividad de acción entre una reparación y otra según el PM comparando con el historial de las rectificadoras automotrices, los trabajos que se pueden realizar dentro de la reparación de una maquina rectificadora. Su motivación es observar realmente el estado del equipo y decidir los arreglos que deben hacerse para el siguiente trabajo.

C. Comprobación de mecanismos de las rectificadoras automotrices

Se realiza durante el mantenimiento de las maquinas rectificadoras automotrices con las siguientes actividades:

- Comprobar el funcionamiento del sistema de lubricación.
- Asegurarse de que las piezas que se desplazan longitudinal o circularmente de las rectificadoras automotrices no se sobrecalientan y no tengan un aumento de la temperatura.
- Mirar realmente las holguras entre las juntas portátiles y el movimiento entre componentes.

A veces el mantenimiento se realiza reemplazando ciertos elementos y la limpieza de ciertos instrumentos.

D. Pequeña reparación de las rectificadoras automotrices

Debido al insignificante volumen de trabajo que se realiza durante el mismo, se le considera como una especie de pequeña reparación. Es una especie de arreglo preventivo, por ejemplo, un mantenimiento para tener la opción de prever posibles imperfecciones del equipo. A través de la sustitución o arreglo de componentes pequeños con actividades pequeñas, Estas actividades pequeñas con el uso de herramientas e instrumentos asegura el trabajo de las rectificadoras automotrices hasta el siguiente arreglo. Durante el mantenimiento, se cambian o arreglan aquellas piezas cuya vida útil ya haya cumplido su tiempo.

Si el equipo no funciona durante reparaciones menores, se tiene que realizar las siguientes tareas:

- Desmontaje parcial de componentes.
- Limpieza de los componentes desmontados,
- Diagnóstico y desmontaje de los cojinetes, alineación y ajuste de cojinetes.
- Controlar la holgura entre el eje y los cojinetes: sustituir las cremalleras desgastadas, ajustarlas. Si es posible, reemplace o repare los engranajes con dientes dañados.
- Reemplace los sujetadores rotos o desgastados (llaves, elementos roscados, etc.).

- Reemplace uniones roscadas gastadas en los pernos de cabeza y repare las roscas.
- Validar correcciones de elementos de máquina.
- Realizar la lubricación correspondiente de elementos de máquina y sistemas.
- Realizar los ensayos de vibración, calor y ruidos en las máquinas.

E. Reparación mediana de las rectificadoras automotrices

Durante esta acción se lleva a cabo el desmontaje parcial del dispositivo y la reparación o reemplazo de las piezas no utilizadas garantiza la precisión y la resistencia requeridas del dispositivo para la próxima reparación programada. Con su ayuda se sustituyen o reparan aquellas piezas que su vida útil es igual o inferior al intervalo de tiempo entre reparaciones, o su vida útil es igual o inferior al intervalo entre dos reparaciones, un ejemplo de actividades de reparación intermedia es:

- Actividades de reparación pequeña (ejemplo cambio de pernos)
- Comprobar las holguras y alineamiento.

F. Reparaciones generales de las rectificadoras automotrices

La reparación programada con el máximo alcance de trabajo, durante la cual se realizan actividades como desmontar completamente el dispositivo, reemplazar o reparar todos los elementos de máquina o reparar las partes principales del dispositivo. La revisión garantiza la confiabilidad, la resistencia y el rendimiento del equipo. Durante ese tiempo, el dispositivo está inactivo y se realiza el siguiente trabajo:

- Preparar los trabajos para reparación media.
- Desmontar todo el dispositivo.

- Reparación de sistemas hidráulicos de potencia y lubricación.
- Rectificar las superficies.
- Eliminar errores del dispositivo.
- Verificar los espacios y la alineación.

G. Reparación imprevista.

Son reparaciones que se tienen que realizar debido a que aparece una falla que para o compromete la operación de la máquina. Las reparaciones realizadas después de la falla dependen del tamaño de la falla y pueden incluir reparaciones extensas menores, medianas o grandes y, en casos especiales, pueden requerir el reemplazo del equipo.

Posibles causas del problema:

- Inadecuada lubricación.
- Sobrecargas en el trabajo.
- Mala operación.
- Ciclo de reparación no válido.
- Inadecuada reparación del frente.
- El voltaje es demasiado bajo o demasiado alto.
- Causado por una falla de la red o del sistema.

2.2.11. Ventajas de implementar un PMP

Entre las ventajas de realizar un mantenimiento preventivo tenemos:

- Limita al máximo: actividades de mantenimiento correctivo. (intervenir una maquina antes que ocurra una falla, es necesario el planificar los recursos necesarios y las tareas adecuadas para mantener en operación la maquina o equipo).
- Reduce los costos de reparación de máquinas.

- Aumenta la operatividad de la máquina, con una consecuencia de aumento de la producción logrando una productividad más destacada.
- Amplia la existencia útil de los equipos y máquinas para que funcionen con precisión.
- Aumenta la eficiencia, aumenta la productividad y reduce los tiempos de paradas de máquinas.
- Disminuye el riesgo de contratiempos en el entorno de trabajo debido a las fallas de piezas.

2.2.12. Planificación del mantenimiento

El proceso de planificación del mantenimiento se debe seguir los siguientes pasos: implantar metas, establecer los recursos necesarios, establecer los periodos en los que se van a realizar los trabajos de mantenimiento, formular acciones de mantenimiento que admitan el uso de los capitales; realizar una debida planificación con el fin de llevar un registro de todos los capitales que sehan utilizado.

Figura 2.2. Planificación del mantenimiento



Fuente: Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fabricación de minerolosa (Cansino E. Lucero, D. 2015)

2.2.13. Disponibilidad

Según Mesa et al. (2006) El objetivo principal del mantenimiento es la disponibilidad que puede resumirse como la garantía de que un sistema o componente sometido a mantenimiento desempeñará su función satisfactoriamente durante un periodo de tiempo determinado. En la actualidad, la disponibilidad se define como la proporción de tiempo que el sistema está preparado para funcionar o crear producción, por lo que en los sistemas en funcionamiento continuo ¹².

Mora plantea que cuando funciona en condiciones estables un equipo, la disponibilidad es la probabilidad de que el equipo funcione bien cuando sea necesario una vez que ha empezado a funcionar ^{14 p. 67}.

Figura 2.3. Formula de disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF - MTTR}{MTTR}$$

Mora plantea que la disponibilidad del sistema es la probabilidad de que el sistema funcione según sea necesario en cualquier momento, en las condiciones de funcionamiento especificadas y con un entorno de apoyo logístico ideal, es decir, con suficiente personal, piezas de repuesto, herramientas, equipos de prueba, etc., independientemente de cualquier retraso administrativo o logístico (2009. p,80).

Una medida clave de la relación entre la gestión del mantenimiento y el éxito operativo del activo es la disponibilidad. En consecuencia, los activos con valores de disponibilidad que se consideran adecuados muestran una gestión del mantenimiento satisfactoria, es decir, una planificación, programación, ejecución y control del mantenimiento adecuados y eficientes. MTBF y MTTR son sus parámetros. Sólo tiene en cuenta los daños, el mal funcionamiento o la pérdida de funcionalidad causados por cuestiones exclusivas de la operación y no por causas externas ¹⁴.

2.2.14. Tiempo medio entre averías (MTBF)

Lo describe como la cantidad típica de tiempo que un equipo o sistema puede funcionar a pleno rendimiento sin interrupción durante un periodo prolongado.

Figura 2.4. Formula de Tiempo medio entre averías

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

2.2.15. Tiempo Medio de Reparación (MTTR)

Mora plantea que el tiempo medio de reparaciones, a menudo

conocido como MTTR (mean time to repair), es el tiempo medio necesario para completar las reparaciones o el mantenimiento correctivo, excluyendo los retrasos administrativos o logísticos ^{14 p. 82}.

El tiempo medio de reparación, es el tiempo medio necesario para completar las reparaciones o el mantenimiento correctivo, excluyendo los retrasos administrativos o logísticos.

Figura 2.5. Formula de Tiempo medio de reparación

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo total de mantenimiento}}{\textit{Numero de paradas}}$$

2.2.16. Diagrama de ISHIKAWA para taller de rectificación automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO

Definición del diagrama ISHIKAWA

Montilla (2016) Es una herramienta para determinar las causas primarias (o últimas) de un problema, ya estén presentes en un proceso de producción, en una pieza de maquinaria o equipo, o en una organización que ofrece servicios. En un proceso de producción, en una pieza de maquinaria o equipo, o en una empresa que ofrece servicios. La segmentación (de forma lógica y sencilla) de las causas subyacentes de un problema permite al diagrama causa-efecto señalar las causas profundas del problema ¹³.

Se utilizan diagramas de causa y efecto para abordar problemas como:

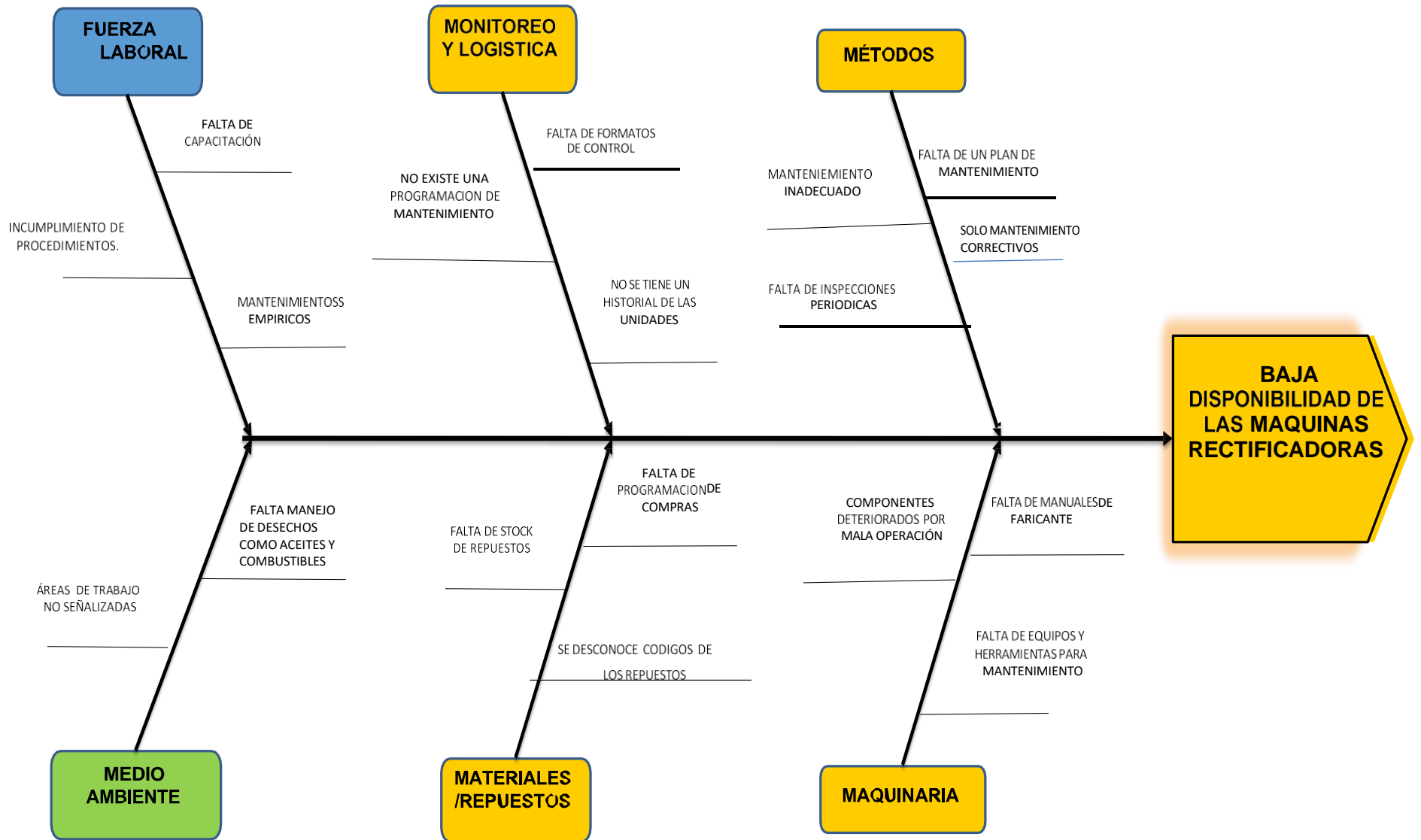
- Baja productividad de los trabajadores.
- Tiempos de inactividad prolongados.
- Muchas ausencias.
- Muchos errores en el registro de datos.

- Averías, daños y reparaciones repetidas.
- Tareas inacabadas.

El gráfico de Ishikawa, una herramienta sencilla también conocida como el diagrama de espina de pescado, el diagrama de árbol o el diagrama de causa y efecto, nos ayuda a comprender gráficamente las causas subyacentes de los problemas. Es un Tabla con una línea de problema principal en el centro, y otras líneas que se extienden desde esta línea, donde las causas se pueden agrupar en grupos:

- Método.
- Maquina.
- Fuerza laboral.
- Material
- Medición
- Ambiente

Figura 2.6. Diagrama de Ishikawa para taller de rectificaciones automotrices



2.3. Marco conceptual

2.3.1. Mantenimiento

Según la norma UNE EN 13306 el mantenimiento es para mantener o restaurar un objeto a un estado en el que pueda realizar la función necesaria, el mantenimiento es la Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión durante el ciclo de vida de un artículo ^{3 p. 6}.

ISO/DIS 14224, como la capacidad (o probabilidad, si utilizamos terminología estadística, en circunstancias especificadas, de un activo o componente para ser mantenido o restaurado en un tiempo predeterminado hasta el punto en que pueda volver a realizar su función original, siempre que el mantenimiento se haya realizado en circunstancias especificadas, con procedimientos y herramientas suficientes ¹⁶.

2.3.2. Mantenimiento preventivo

Montilla El mantenimiento preventivo es un tipo de mantenimiento cuyo objetivo principal es evitar fallos en los sistemas productivos mediante la realización de algunas tareas básicas, como inspeccionar, calibrar, ajustar, cambiar, lubricar y reparar equipos a intervalos predeterminados. La realización de las tareas fundamentales podría sugerir la necesidad de completar otras tareas planificadas ^{13 p. 59}.

Moubray manifiesta que el mantenimiento preventivo es:” Una estrategia de mantenimiento basado en el tiempo en el que los equipos se paran, se abren y se examinan a intervalos especificados. Mediante un examen visual se determina lo que hay que reparar y, a continuación, la maquinaria se vuelve a poner en funcionamiento” ^{15 p.136}.

Para PATTON la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos

con el fin de detectar condiciones y estados inadecuados de esos elementos que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento adecuado de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están en estado inicial de desarrollo ^{17 p. 17-37.}

Dounce “define como conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que un sistema pueda seguir funcionando adecuadamente y no llegue a la falla” ^{7 p. 38.}

El mantenimiento preventivo sirve para garantizar que no se interrumpan los flujos debido al tiempo de inactividad o al mal funcionamiento del equipo, debido a que la sustitución de las partes durante los periodos de mantenimiento regularmente programados es más sencilla y rápida que tratar de reparar las averías en una máquina durante los periodos de producción ^{8 p. 23.}

García lo define como el conjunto de acciones preprogramadas para operar equipos listos que permiten, de la forma más rentable, mantener su funcionamiento eficiente y seguro, con tendencia a evitar averías y paradas no programadas ^{9 p. 17.}

El mantenimiento preventivo es un mantenimiento de conservación planificada cuya finalidad es permitir un conocimiento sistemático del estado de las máquinas y equipos para poder programar la realización de las tareas en los momentos más convenientes y con el menor número de interrupciones. ^{1 p. 12}

García define al mantenimiento preventivo en conjunto de actividades que permiten en forma económica, la operación segura y eficiente de un equipo, con tendencia a evitar las fallas imprevistas. Son trabajos programados sistemáticamente con suficiente anticipación ^{10 p. 9.}

2.3.3. Disponibilidad

Según la Norma Europea EN 13306: Capacidad de un componente, siempre que se disponga de los recursos externos necesarios, de encontrarse en un estado que le permita ejecutar una función determinada en condiciones definidas en un momento determinado o en un intervalo de tiempo especificado ^{3 p.6}.

Según el Estándar ISO/DIS 14224 – 2004: Capacidad de un activo o componente de encontrarse en un estado (anterior) para llevar a cabo una tarea concreta en determinadas circunstancias en un momento específico o durante un periodo de tiempo concreto, suponiendo que se ha dispuesto de los recursos externos pertinentes. La disponibilidad se define como la probabilidad de que un sistema realice la función para la que fue planificado, en un momento determinado y bajo condiciones operativas y ambientales establecidas ¹⁶.

Para Mesa et al. (2006) El objetivo principal del mantenimiento, la disponibilidad, puede resumirse como la garantía de que un sistema o componente que ha sido sometido a mantenimiento realizará su trabajo correctamente durante un determinado periodo de tiempo. En realidad, la disponibilidad. En la actualidad, la disponibilidad se define como la proporción de tiempo que el sistema está preparado para funcionar o crear producción, en sistemas en funcionamiento continuo ^{12, p. 157}.

La disponibilidad de un sistema, que se calcula como un porcentaje de un sistema es una medida del tiempo que ha estado operativo, que nos indica el tiempo que ha estado operativo en comparación con el tiempo total que ha estado operativo a lo largo del periodo para el que se ha planificado que funcione. tiempo que se desea que funcione. No debe confundirse con el tiempo de respuesta, ya que suele indicarse en porcentaje. Se distingue claramente del tiempo de respuesta. ^{1 p. 13}

2.3.4. Definición conceptual de variables

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es la ejecución de tareas rutinarias de mantenimiento en un esfuerzo por prevenir anomalías y sucesos imprevistos en el futuro. En pocas palabras, consiste en reparar los equipos antes de que se averíen, el mantenimiento preventivo se realiza para reducir la probabilidad de que se produzcan averías en los equipos y tiempos de inactividad no programados. Esta forma de mantenimiento sólo tiene éxito cuando se planifica y programa en función de los datos suministrados en tiempo real, y sólo con la ayuda de una herramienta digital de gestión del mantenimiento.

Plan de mantenimiento preventivo

Un plan de mantenimiento es una lista de tareas de mantenimiento programadas periódicamente que pueden estar organizadas o no en función de determinados criterios.

Disponibilidad

En lo que respecta al mantenimiento, la disponibilidad es la probabilidad de que la maquinaria funcione correctamente después de empezar a funcionar en condiciones estables y durante un tiempo determinado.

MTBF

El tiempo medio entre fallo o tiempo medio entre averías MTBF (Mean Time Between Failures). Es una estadística que se utiliza para determinar la disponibilidad y fiabilidad de un producto cuanto más alto es el valor del MTBF la disponibilidad es mayor. Otra forma de pensar en el MTBF es como una predicción de lo bien que funcionará un componente de máquina. El MTBF, que se utiliza para sistemas que

pueden fijarse, describe el intervalo previsto entre fallos de un sistema durante su funcionamiento normal.

El tiempo medio entre fallos de una máquina puede determinarse mediante la siguiente fórmula.

El MTBF se calcula como (Tiempo total disponible - Tiempo de inactividad) / el número de paradas

El número máximo de horas que la máquina puede estar funcionando se conoce como Tiempo Total Disponible. Mientras que el Número de paradas es el número total de horas que la máquina podría haber estado funcionando, el Tiempo de inactividad es el número total de horas que la máquina estuvo parada debido a un fallo.

El número de paradas se refiere al número de averías en un periodo de tiempo determinado.

Especialmente para los equipos críticos, el MTBF es un indicador de mantenimiento industrial o KPI muy significativo que proporciona información sobre la disponibilidad y fiabilidad de los equipos.

MTTR

El MTTR es un indicador crítico en cualquier departamento de mantenimiento, ya que nos informa de cómo estamos respondiendo ante una avería y si estamos resolviendo el problema de forma ágil, rápida y eficiente, algo que resulta obvio por su propia descripción.

"mean time to repair" es un KPI de mantenimiento conocido como tiempo medio de reparación "MTTR", representa el tiempo medio necesario para solucionar una avería y conseguir que el equipo vuelva a funcionar con normalidad.

Una estadística analítica útil es el indicador MTTR, que nos permite:
Evaluar nuestra capacidad de respuesta ante fallos

El MTTR puede calcularse fácilmente dividiendo el tiempo total dedicado al mantenimiento correctivo durante el periodo considerado por el número de reparaciones de mantenimiento correctivo realizadas.
Normalmente,

El MTTR puede calcularse por:

$$\text{MTTR} = \text{Tiempo total de mantenimiento} / \text{Número de paradas}$$

2.4. Definición de términos básicos

Plan de mantenimiento

Conjunto o lista de tareas esenciales de mantenimiento diseñadas para cuidar una instalación o un equipo. Murillo (2017, p.24).

Gestión de mantenimiento

Actividades que establecen los planes, las responsabilidades y el mantenimiento que se llevan a cabo mediante la planificación del mantenimiento.

Mantenimiento preventivo

Destinadas a conservar los equipos mediante modificaciones y reparaciones que garanticen su funcionalidad.

Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de tareas denotadas a corregir las deficiencias que se van presentando en los equipos y que son informadas al departamento de mantenimiento por los propios usuarios ^{8 p. 21}.

Mantenimiento:

Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión realizada durante el ciclo de vida de un elemento, destinada a conservarlo o a devolverlo a un estado en el que pueda desempeñar la función requerida. UNE-EN 13306 ^{3 p.8}.

Elemento reparable:

Elemento que, después de un fallo y bajo condiciones dadas, se puede devolver a un estado en el que pueda realizar una función requerida. UNE-EN 13306 ^{3 p. 8}.

Disponibilidad:

Capacidad de un elemento de estar en un estado en el que puede cumplir una función de la manera y en el momento requerido en las condiciones dadas, asumiendo que se proporcionan los recursos externos necesarios. UNE-EN 13306 ^{3 p.10}.

Fallo:

Cese de la aptitud de un elemento para realizar una función requerida
avería: Estado de un elemento caracterizado por la inaptitud para realizar

una función requerida, excluyendo la inaptitud durante el mantenimiento preventivo o por otras acciones planificadas, o debido a la falta de recursos externos. UNE-EN 13306 ³ p.13.

Parada:

Parada planificada: Cese del funcionamiento programado con antelación, para actividades de mantenimiento o para otros fines. UNE-EN 13306 ³ p.15.

Objetivos del mantenimiento:

Metas asignadas y aceptadas para las actividades de mantenimiento.

Operación:

Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, distintas de las acciones de mantenimiento que se realizan sobre el elemento en uso.

elemento: Parte, componente, dispositivo, subsistema, unidad funcional, equipo o sistema que puede describirse y considerarse de forma individual. UNE-EN 13306 ³ p.13.

Parada:

Parada planificada: Cese del funcionamiento programado con antelación, para actividades de mantenimiento o para otros fines. UNE-EN 13306 ³ p.8.

Inspección:

Examen de la conformidad mediante medición, observación o ensayos de las características relevantes de un elemento. UNE-EN 13306 ³ p. 8.

Reparación:

Acción física que se realiza para restablecer la función requerida de un elemento averiado. UNE-EN 13306 ³ p. 8.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis general y específica

Hipótesis general

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO

Hipótesis específicas

He1. La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta el tiempo medio entre averías (MTBF) de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU CUSCO.

He2. La implementación del plan de mantenimiento preventivo disminuye el tiempo medio de reparación (MTTR) de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.

3.2. Definición conceptual de las variables

Plan de mantenimiento Preventivo

Pérez lo define como actividades planificadas que se llevan a cabo en periodos definidos Con el fin de maximizar la eficacia de los procesos, prevenir y prever fallos de elementos, componentes, máquinas o equipos, el mantenimiento preventivo se basa en una serie de tareas o. También se refiere a diversas acciones, como cambios o sustituciones, adaptaciones y reparaciones ¹⁹ p.30.

Disponibilidad

Mesa et al. Lo definen como la seguridad en que un equipo reparado cumpla su función de forma satisfactoria por un lapso. Además, se refiere al porcentaje de tiempo en que el equipo se encuentra preparado para operar de forma continua ¹², p.157.

3.3. Operacionalización de variables

Cuadro 3.1. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Variable independiente: Plan de mantenimiento preventivo	Plan de mantenimiento preventivo como todas aquellas actividades planificadas que se llevan a cabo en periodos definidos Con el fin de maximizar la eficacia de los procesos, prevenir y prever fallos de elementos, componentes, máquinas o equipos Perez (2021)	El mantenimiento preventivo son las actividades planificadas en el instituto Túpac Amaru – Cusco. Así mismo las dimensiones para el presente estudio son: Diagnostico Planificar Evaluar Implementar	Diagnóstico	Ficha Técnica de mantenimiento de los equipos Historial de Fallas OTM Diagrama Causa - Efecto Matriz de Criticidad	TIPO Aplicada ENFOQUE Cuantitativo NIVEL Hipotético deductivo DISEÑO Pre experimental
			Planificar	Programa de mantenimiento preventivo (Diagrama Gantt)	POBLACIÓN 8 rectificadoras automotrices
Variable dependiente Disponibilidad	La seguridad en que un equipo reparado cumpla su función de forma satisfactoria por un lapso. Además, se refiere al porcentaje de tiempo en que el equipo se encuentra preparado para operar de forma continua. Mesa et al. (2006)	La disponibilidad es tener operativos los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto Túpac Amaru Cusco, las dimensiones son: Tiempo medio entre fallas. Tiempo medio para reparar	Implementar	% de acciones propuestas en la dimensión implementar. Actividades reales Actividades programadas	MUESTRA 8 rectificadoras automotrices TÉCNICAS Recolección de datos e información INSTRUMENTOS:
			evaluar		Historial de fallas, OTM, hodómetros
			Tiempo medio entre fallas (TMBF)	MTBF = (Tiempo disponible de operación) / (número de fallas) en horas	
			Tiempo medio para reparar (MTTR)	MTTR = (Horas de parada o de reparación) / (número de fallas) en horas	

La operacionalización se logra cuando las variables Plan de mantenimiento Preventivo y Disponibilidad se descomponen en dimensiones las cuales son Plan de mantenimiento Preventivo se descompone en (Diagnóstico, Planificar,

Implementar, evaluar); Disponibilidad se descompone en (Tiempo medio entre fallas (TMBF), Tiempo medio para reparar (MTTR)) y éstas se traducen en indicadores que permiten la observación y la medición directas. Continúa explicando que la operacionalización de las variables comprende la desintegración de los elementos que componen la estructura de la hipótesis y especialmente las variables. la operacionalización de las variables es esencial porque permite especificar las cualidades y los constituyentes que deben definirse, conocerse y documentarse para extraer conclusiones.

IV. METODOLOGIA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

La investigación fue del tipo Aplicada

Según Cabezas et al. las generaciones de nuevos conocimientos pueden tener un uso inmediato en la resolución de un problema en específico ^{4 p. 34}.

La investigación tiene como objetivo Sin duda solucionar o descubrir un problema algo desconocido es uno de los propósitos de la investigación, con el objetivo de obtener respuestas claras y precisas a preguntas o interrogantes a través de un conjunto de procesos científicos; en estas condiciones generales esta actividad es realizada por el ser humano que está encaminada a determinar un tema que sea desconocido o se tenga poca información del mismo ^{4 p. 34}.

En nuestro caso la investigación fue del tipo aplicada con el fin de resolver la falta la baja disponibilidad del taller de rectificaciones automotrices del instituto-TUPAC AMARU-CUSCO aplicando la teoría del MP buscando el mejorar la disponibilidad de las 08 máquinas rectificadoras automotrices del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.

La investigación tiene un diseño Pre-experimental con carácter Longitudinal.

El estudio longitudinal se efectúa durante distintas etapas del estudio, esto se da con el objetivo de comparar la data obtenida durante la investigación, con la población o muestra.

La investigación tuvo un diseño pre-experimental porque las 08 máquinas rectificadoras del taller de rectificaciones automotrices del instituto-TUPAC AMARU-CUSCO, se mantuvieron bajo observación antes y después de la aplicación del PMP para determinar la mejora en la disponibilidad.

Es de diseño longitudinal porque para la investigación se recolecto la información de datos (medidas repetitivas a lo largo del tiempo) de las 8 rectificadoras automotrices a lo largo de dos periodos de enero a junio del 2022 y julio a diciembre del 2022 antes y después de implementar el PMP, con el fin de buscar la mejora de disponibilidad de las 08 rectificadoras automotrices.

4.2. Método de la investigación

El método hipotético deductivo, es el conjunto de teorías y conceptos básicos, elaborando en forma deductiva las consecuencias empíricas de las hipótesis, y tratada de falsearla para reunir la información pertinente.

Cabezas et al. Un método de estudio conocido como hipotético-deductivo desarrolla hipótesis comprobables a partir de una hipótesis de trabajo sobre el funcionamiento de las cosas. Es un tipo de razonamiento deductivo, ya que parte de principios, suposiciones y conceptos generales antes de llegar a afirmaciones más precisas sobre la creación y el funcionamiento de las cosas, las teorías se ponen a prueba mediante la recolección y procesamiento de datos, los resultados apoyan o contradicen la hipótesis ^{4 p.17}.

En nuestro caso, el método hipotético-deductivo se define como el que, a partir de la observación del caso concreto de baja disponibilidad de las rectificadoras automotrices, plantea la siguiente cuestión: ¿Cómo la implementación de un PMP mejora la disponibilidad de los equipos en el taller de rectificado automotriz del instituto TUPAC AMARU-CUSCO?

El estudio también adopta un enfoque cuantitativo porque era necesario reunir datos numéricos que pudieran cuantificarse para el desarrollo de la investigación, como el número de fallos, el tiempo total de operación (TTO) en horas y el Tiempo Total de Reparaciones en horas MTBF. Estos datos se midieron y categorizan mediante análisis estadístico para

obtener resultados cuantificables para la variable dependiente Disponibilidad con sus dimensiones MTTR (horas), MTBF (horas).

“El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis previamente hechas, confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población” ^{12 p. 4-6}.

Cabezas et al. Se basa y emplea la observación del proceso en forma de recogida y análisis de datos para responder a las preguntas planteadas al inicio de la investigación. Su centro de apoyo está en el proceso de investigación a medidas numéricas. Se ocupa de la recogida de datos, la medición de parámetros, la recopilación de frecuencias y los estadísticos de la población objeto de estudio para evaluar las hipótesis ^{4 p. 66}.

La investigación cuantitativa necesita información cuantitativa o numérica (como cantidad, peso, longitud, duración, volumen, presión, etc.) sobre una intervención y hace uso de universos muy amplios (se emplean muestras representativas como criterio de validación). Recoge información numérica que puede evaluarse, categorizarse o cuantificarse mediante análisis estadísticos., clasificarse o categorizarse mediante análisis estadísticos.

4.3. Población y muestra

Cabezas et al. Define la población grupos en los que se conoce el número exacto de participantes, otras veces son conjuntos de personas en los que está predeterminado el número de participantes inmersos en el mundo que se va a investigar ^{4 p.90}.

El número exacto de individuos de cada una de estas poblaciones, así como una relación escrita de las unidades constitutivas.

Para nuestra investigación en el taller de rectificaciones automotrices del Instituto TUPAC AMARU-CUSCO. La población está constituida por un

conjunto de 08 rectificadoras automotrices, utilizadas para el rectificado de componentes de motores de combustión interna. En cuanto a la muestra, ésta fue idéntica a la población, que es el método de muestreo intencional no probabilístico. Esto se debe a que la selección de los sujetos se basa menos en la probabilidad y más en las características específicas del estudio, así como en las normas del investigador basadas en una necesidad que era claramente visible.

4.4. Lugar de estudio y periodo de desarrollo

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del instituto-TUPAC AMARU-CUSCO, en el taller de rectificaciones automotrices de la carrera profesional de mecánica automotriz situadas en la avenida Cusco 496, en el distrito de San Sebastián de la provincia de Cusco región Cusco. La investigación se realizó durante el año 2022, se realizó la recolección de data en los meses de enero a junio antes de la implementación de mantenimiento preventivo, así mismo de julio a diciembre se recolecto la data después de la aplicación del mantenimiento preventivo.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Un instrumento de recopilación de información es algún formato, recurso o dispositivo (en papel o digital), que se emplea para obtener, almacenar o registrar datos, durante la elaboración del estudio.

Cabezas et al. Las técnicas más utilizadas para investigaciones cuantitativas son: Encuesta, Entrevistas, Observación sistemática, Análisis de contenido, Experimentos, Pruebas estadísticas, entre otras. Luego de definir la técnica, debe dejarse claro el instrumento que servirá de apoyo a la misma ^{4 P. 110}.

Las fichas de registro, las listas bibliográficas y las guías de observación fueron los instrumentos utilizados.

Para la elaboración de este proyecto de estudio, recopilamos material

mediante la observación y el análisis de documentación.

- Observación: observando el estado en que se encontraban las 08 rectificadoras y evaluando su funcionamiento, pudimos conocer y precisar los problemas de cada máquina.
- Análisis documental: utilizando hojas de datos técnicos, manuales, catálogos del fabricante, textos de consulta y artículos académicos como fuentes de data se utilizó documentos para recopilar data sobre las rectificadoras automotrices 2022. Estas fuentes sirvieron para elaborar el marco teórico. Después, para poner en práctica el plan de mantenimiento y analizar la data mediante el análisis y procesamiento de estadística descriptiva e inferencial.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

- a. Identificó 08 máquinas rectificadoras (rectificadora de cigüeñal, rectificadora de bancada, rectificadora de culatas, rectificadora de cilindros, pulidora de cilindros, rectificadora de bielas, rectificadora de válvulas, rectificadora de cilindros portátil).se realizó la identificación de las características técnicas de cada máquina.
- b. Se realizó un diagnóstico e inspección de funcionamiento del estado operacional de las maquinas rectificadoras automotrices
- c. Se elaboró un Cuadro de criticidad de las 08 rectificadoras automotrices
- d. Se elaboró un diagrama de Pareto identificando causas de fallas de las rectificadoras automotrices
- e. Se realizó registro de data (fallos imprevistos) de las partes de las 08 rectificadoras automotrices del taller de rectificaciones automotrices
- f. Se elaboró las OTM de las 08 máquinas rectificadoras automotrices.
- g. El registraron todas las intervenciones realizadas antes y después de la aplicación del PMP como por ejemplo Actividades técnicas realizadas, recursos, tiempos de trabajo, tiempos de reparación, tiempos de trabajo, tiempos de lubricación, revisando las OTM.

- h. Se realizaron cartillas de mantenimiento teniendo en consideración las pruebas de diagnóstico de las 08 rectificadoras automotrices del taller de rectificaciones automotrices. En estas cartillas se evidenció check list de actividades, horas hombre utilizadas, instrumentos a utilizar y tiempos de trabajo.
- i. Se elaboró un cronograma de MP (considerando pruebas de diagnóstico).
- j. Se elaboró estrategias de mantenimiento.
- k. Se elaboró hojas de ruta de mantenimiento.
- l. Se elaboró la planificación del PM
- m. Se elaboró la programación del PM.
- n. Se implementó el PM
- o. Se comenzó con la recolección de información después la implementación del MP
- p. Se procesó la información después del mantenimiento preventivo.

4.7. Aspectos éticos de la investigación

Los datos obtenidos en la investigación respecto a las 08 rectificadoras automotrices no serán manipulados a conveniencia, los datos e información de fuentes y autores serán respetados y tomados como referencia citándolos por lo cual no serán considerados como plagio de otro proyecto por lo que podrán ser utilizados adecuadamente para posteriores investigaciones. Confidencialidad: Se tiene la autorización del Instituto Túpac Amaru para realizar la investigación y la información es pública.

Objetividad: Para analizar los resultados se utilizan criterios técnicos y objetivos.

Autenticidad: La información mostrada es veraz.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

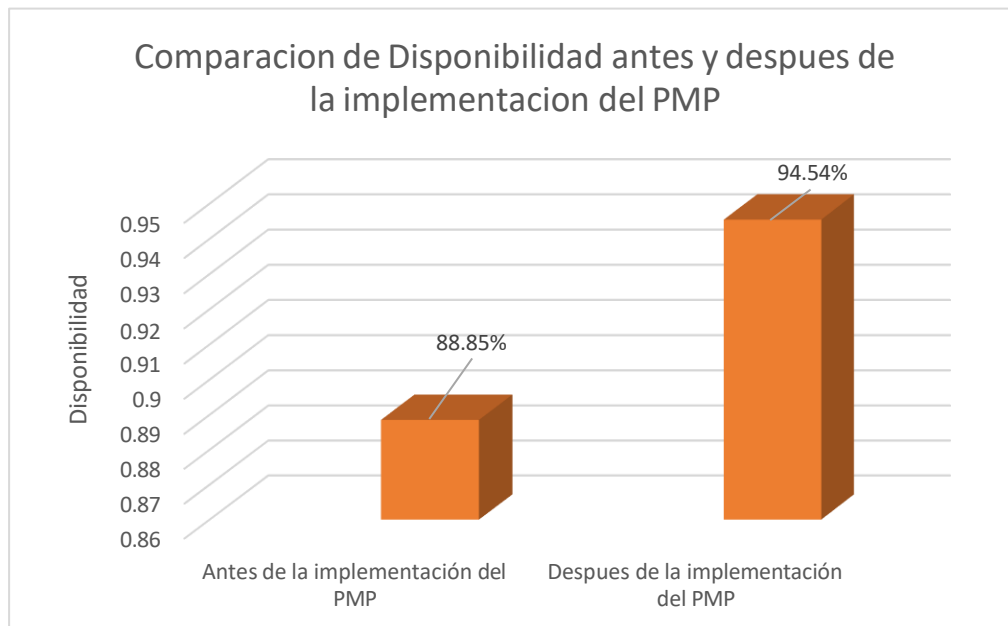
5.1.1. Resultado de disponibilidad antes y después

Procesamiento estadístico de Disponibilidad de las maquinas rectificadoras del taller rectificaciones automotrices del IEST-TUPAC AMARU-CUSCO

Cuadro 5.1. Comparación disponibilidad antes y después de la implementación del PMP

Tiempo	Antes de la implementación del PMP	Después de la implementación del PMP
Seis meses De control de Disponibilidad	88.52%	93.36%
	87.89%	93.91%
	87.81%	94.30%
	88.75%	94.69%
	91.02%	95.86%
PROMEDIO	88.85%	94.54%

Gráfico 5.1. Comparacion de disponibilidad promedio anterior y posterior a la implementacion del PMP



Según Cuadro 5.1. y Grafico 5.1. La disponibilidad media durante el periodo de investigación de enero a junio del 2022 fue del 88,85%. Sin embargo, tras la puesta en marcha del PMP de julio a diciembre de 2022, la disponibilidad aumentó hasta el 94,54%, de lo anterior se precisa que se incrementó la disponibilidad en las 08 máquinas rectificadoras automotrices en 6,40% entre enero a junio y julio a diciembre del 2022. Representando un 5,69% respecto a la disponibilidad ente los periodos tanto antes como después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

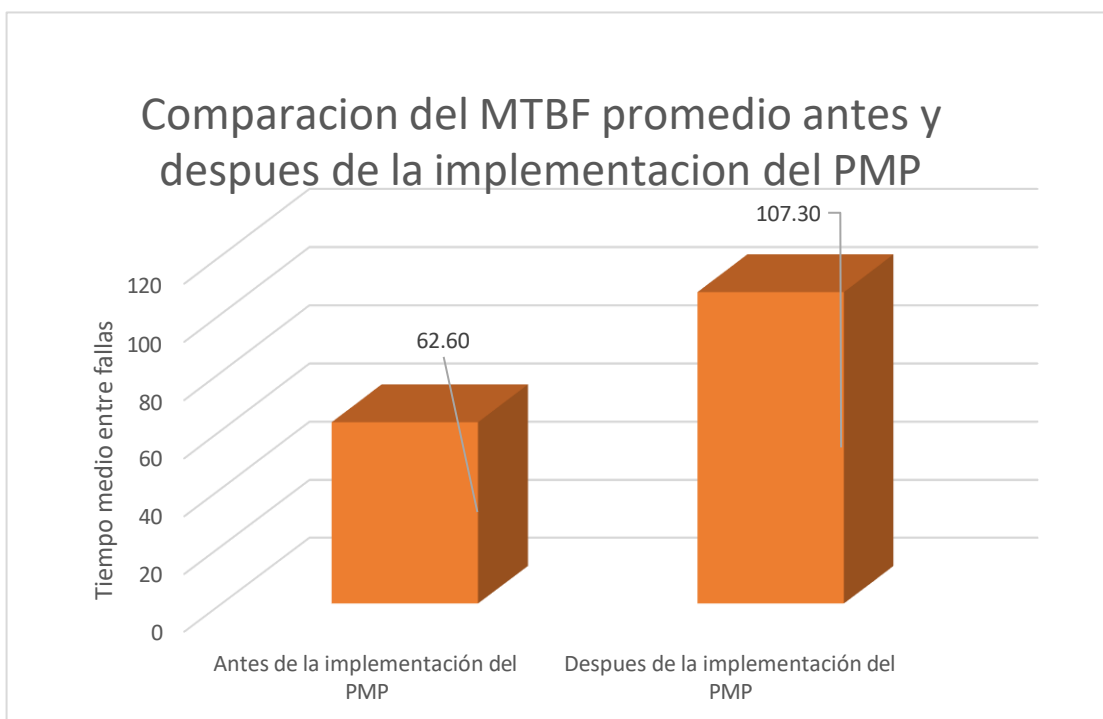
5.1.2. Resultado de Tiempo medio entre averías antes y después

Procesamiento estadístico del MTBF de las maquinas rectificadoras del taller rectificaciones automotrices del IEST-TUPAC AMARU-CUSCO

Cuadro 5.2. Comparación del MTBF anterior y posterior a la implementación del PMP

Tiempo	Antes de la implementación del PMP	Después de la implementación del PMP
	73.23	65.35
	79.48	112.44
Seis meses	86.00	94.75
De control de MTBF	65.21	119.92
	71.67	108.60
	62.36	142.75
PROMEDIO	62.60	107.30

Gráfico 5.2 Comparacion del MTBF promedio anterior y posterior ala implementacion del PMP



Obsérvese la Cuadro 5.2. y Grafico 5.2. El Tiempo medio entre averías (MTBF) entre enero a junio del año 2022 fue de 62.60 horas (horas de fallas e inoperatividad de las maquinas rectificadoras). Con la aplicación del PMP de julio a diciembre de 2022, se obtuvo un MTBF medio de 107,30 horas, lo que supone un aumento de las horas del MTBF de 45,2 horas y un incremento del 72,20% respecto al MTBF ente los periodos antes y Posteriormente a la implementación del PMP.

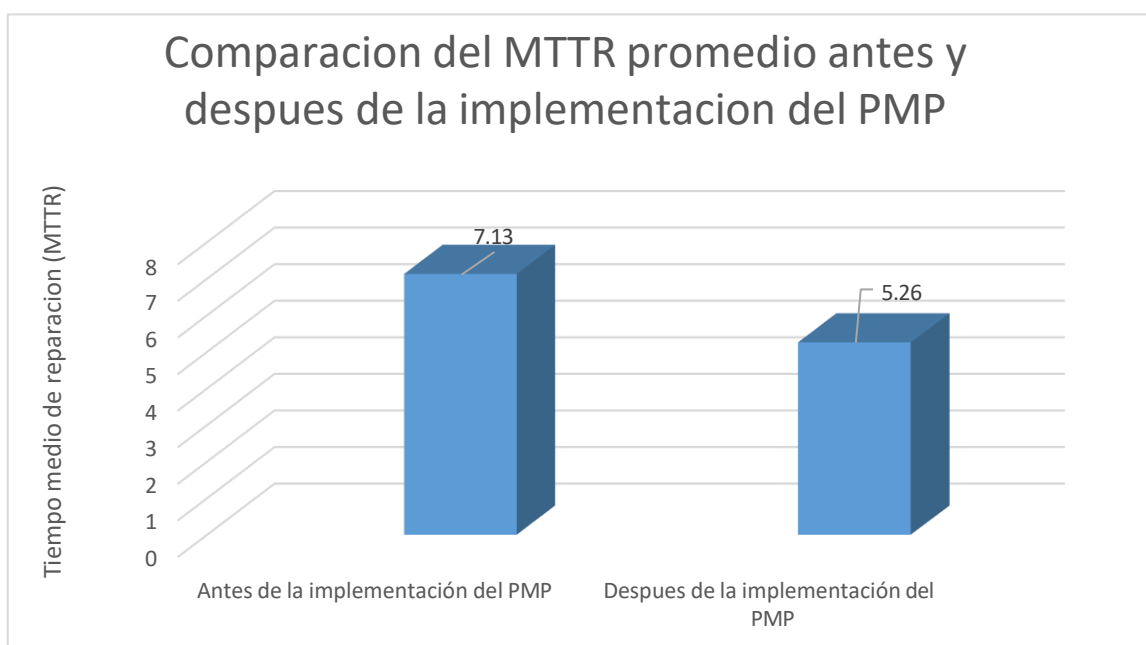
5.1.3. Resultado de Tiempo medio para reparación antes y después

Procesamiento estadístico del MTTR de las maquinas rectificadoras-taller rectificaciones automotrices del IEST-TUPAC AMARU-CUSCO

Cuadro 5.3. Comparación del MTTR antes y después a la implementación del PMP

Tiempo	Antes de la implementación del PMP	Después de la implementación del PMP
	6.07	3.65
Seis meses	8.19	6.73
De control de MTTR	9.42	4.75
	6.38	5.92
	5.67	3.81
	7.05	6.69
PROMEDIO	7.13	5.26

Gráfico 5.3. Comparación del MTTR promedio anterior y posterior a la implementación del PMP



Cuadro 5.3. y Gráfico 5.3. Se tiene que analizando el MTTR de la data procesada en fechas de enero a junio del 2022 este fue de 7.13 horas de otro lado cuando se aplicó el PMP de julio a diciembre del 2022, se obtuvo un MTTR de 5,26 horas, lo que supone una disminución de 1,87 horas, que representa el 26,227% de la reducción del MTTR entre los periodos antes y Posteriormente a la implementación del PMP.

5.2. Resultados inferenciales

5.2.1. Pruebas de normalidad

Cuadro 5.4. Comparación del MTBF MRRF y disponibilidad antes y Posteriormente a la implementación del PMP

Tiempo	Comparación del MTTR promedio antes y después a la implementación del PMP		Comparación del MTBF promedio antes y después a la implementación del PMP		Comparación de Disponibilidad antes y después a la implementación del PMP	
	Anterior mente a la implementación del PMP	Posterior mente a la implementación del PMP	Anterior mente a la implementación del PMP	Posterior mente a la implementación del PMP	Anterior mente a la implementación del PMP	Posterior mente a la implementación del PMP
Seis meses	6,07	3,65	73,23	65,35	88,52%	93,36%
	8,19	6,73	79,48	112,44	87,89%	93,91%
	9,42	4,75	86,00	94,75	87,81%	94,30%
	6,38	5,92	65,21	119,92	88,75%	94,69%
	5,67	3,81	71,67	108,60	91,02%	95,86%
	7,05	6,69	62,36	142,75	89,14%	95,16%
Promedio	7,13	5,26	62,60	107,30	88,85%	94,54%

En esta sección del estudio, la variable dependiente Disponibilidad y sus dimensiones se examinaron mediante la prueba de normalidad. Para determinar si siguen una distribución normal, se utilizan las métricas de tiempo medio entre fallos (MTBF) y tiempo medio de reparación (MRRT):

H0: Las dimensiones y la distribución de los datos de la variable dependiente siguen una distribución normal (paramétrica).

H1: Las dimensiones de la variable dependiente y la distribución de los datos no siguen una distribución normal (no paramétrica)

Asumiendo un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$).

Regla de decisión: La hipótesis nula se acepta: Si $\rho \geq 0,05$.

La hipótesis nula se rechaza: Si $\rho < 0,05$

Cuadro 5.5. Resultados de las pruebas de normalidad a la variable dependiente y sus dimensiones antes y después de la aplicación del PMP

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MTTR_PRE	,200	6	,200*	,922	6	,520
MTTR_POS	,185	6	,200*	,872	6	,233
MTBF_PRE	,156	6	,200*	,968	6	,876
MTBF_POS	,187	6	,200*	,972	6	,908
DISPONIBILIDAD_PRE	,238	6	,200*	,858	6	,181
DISPONIBILIDAD_POS	,109	6	,200*	,994	6	,996

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

De los resultados anteriores Cuadro 5.2. Se puede confirmar que la significación de la prueba de normalidad de SHAPIRO WILKS es superior a 0.05 con esto puede decirse que la variable dependiente y sus dimensiones se distribuyen de una forma paramétrica la hipótesis se comprueba también mediante contrastación con el estadístico T de Student que es un estadístico paramétrico.

5.2.2. Prueba de hipótesis general

En esta parte de la investigación se aplicó el estadístico paramétrico T de student. A la variable dependiente Disponibilidad con sus dimensiones Tiempo medio entre averías MTBF y Tiempo medio de reparación MRRT para definir si la variable dependiente y sus dimensiones sigue una distribución normal

H0: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.

H1: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.

Tomando un nivel de confianza de 95% ($\alpha=0.05$).

Regla de decisión: Si $\rho \geq 0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula.

Si $\rho < 0.05$ entonces se desestima la hipótesis nula.

Cuadro 5.6. Prueba de hipótesis unilateral de Disponibilidad antes y después de la implementación del PMP

Estadísticas de muestra única				
	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
DISPONIBILIDAD	12	,9170	,03135	,00905

Prueba de muestra única						
Valor de prueba = 0.89						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
DISPONIBILIDAD	2,985	11	,012	,02701	,0071	,0469

Utilizando el software SPSS se verifica si existe una relación de mejora entre la disponibilidad antes y después de la aplicación del plan de MP

Regla de decisión: Si $p < 0.05$, rechazar la hipótesis nula.

Si $0,012 / 2 < 0.05$ rechazar la hipótesis nula.

Resultado $0,006 < 0.05$ rechazar la hipótesis nula.

H1: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.

Se confirma la hipótesis alternativa ya que el valor p es menor a 0,05: La implementación de un PMP incrementa la disponibilidad de los equipos del taller de rectificación automotriz del instituto TUPAC AMARU-CUSCO. Mientras que antes de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, la disponibilidad de los equipos era 88,85% y 94,54 % después de la implementación del mantenimiento preventivo de julio a diciembre de 2022, la disponibilidad se ha incrementado en 5,65% entre los dos semestres 2022.

5.2.3. Prueba de T de Students para la hipótesis alternativa 1: He1. MTBF

H0: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora el tiempo medio entre averías (MTBF) de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.

H1: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora el tiempo medio entre averías (MTBF) de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.

Asumiendo un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$).

Regla de decisión: La hipótesis nula se acepta: Si $p \geq 0,05$.

La hipótesis nula se rechaza: Si $p < 0,05$

Cuadro 5.7. Prueba de hipótesis unilateral MTBF antes y después de la implementación del PMP

Estadísticas de muestra única						
	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar		
MTBF	12	90,1467	25,72515	7,42621		

Prueba de muestra única						
Valor de prueba = 72.99						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
MTBF	2,310	11	,041	17,15667	,8117	33,5016

Utilizando el software SPSS se verifica que si existe una relación de mejora entre el MTBF anterior y posterior a la implementación del plan de mantenimiento preventivo

Regla de decisión: Si $p < 0.05$, rechazar la hipótesis nula.

Si $0,003 / 2 < 0.05$ rechazar la hipótesis nula.

Resultado $0,0015 < 0.05$ rechazar la hipótesis nula.

La hipótesis alternativa, implementación de un PMP mejora el MTBF de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO, se acepta porque el valor p es inferior a 0,05. Al comparar el MTBF (tiempo medio entre fallos) antes y después del PMP en relación a los semestres del año 2022 (enero-junio y julio-diciembre del 2022) el tiempo medio entre fallos (MTBF) aumenta de 62,60 horas a 107,80 horas Posteriormente a la implementación del PMP.

5.2.4. Prueba T de student para la hipótesis específica 2: He1: MTTR

H0: La implementación de un PMP no disminuye el tiempo medio de reparación (MTTR) de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.

H1: La implementación de un PMP disminuye el tiempo medio de reparación (MTTR) de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.

Tomando un nivel de confianza de 95% ($\alpha=0.05$).

Regla de decisión: Si $p \geq 0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula.

Si $p < 0.05$ entonces se desestima la hipótesis nula.

Cuadro 5.8. Prueba de hipótesis unilateral MTTR antes y después de la implementación del PMP

Estadísticas de muestra única						
	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar		
MTTR	12	6,1942	1,65961	,47909		

Prueba de muestra única						
Valor de prueba = 7.3						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
MTTR	-2,308	11	,041	-1,10583	-2,1603	-,0514

Utilizando el software SPSS se verifica si existe una relación de mejora entre el Tiempo medio de reparación (MTTR) antes y después de la aplicación del PMP.

Regla de decisión: Si $\rho < 0.05$, rechazar la hipótesis nula.

Si $0,041 / 2 < 0.05$ rechazar la hipótesis nula.

Resultado $0,0205 < 0.05$ rechazar la hipótesis nula.

Considerando que el valor p es menor a 0.05, se acepta la hipótesis alternativa - la implementación de PMP disminuye el MTTR (tiempo medio de reparación) de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del Instituto TUPAC AMARU-CUSCO. Después de implementar el programa de mantenimiento preventivo, el MTTR se redujo de 7,13 horas a 5,26 horas, lo que significa que el tiempo medio de reparación (MTTR) ha disminuido en un 26,227 % en comparación con enero-junio de 2022 y julio-2022 respectivamente.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

De acuerdo con los resultados de la prueba T de Student y la Regla de Decisión: Si $p < 0,05$, se desestima la hipótesis nula, La hipótesis nula asegura que la implementación de un PMP no mejora la disponibilidad de los equipos en el taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO. Si ($p < 0,05$) tras obtener $0.006 < 0,05$, así mismo en el Cuadro 5.1. y grafico 5.1. Muestra la disponibilidad antes y después de la implementación del PMP. La disponibilidad de los equipos pasó del 88,85% antes a 94,5% después de la implementación del plan de PM entre julio y diciembre de 2022. Se produjo una mejora del 5,69% en la disponibilidad, este valor muestra una mejora del 6,40% en términos de porcentaje entre los dos semestres por lo cual se acepta la hipótesis alternativa: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU.CUSCO.

A la vista de los resultados de la prueba T de Student y de regla de decisión: Si $p < 0,05$, se desestima la hipótesis nula y confirmamos la hipótesis alternativa: La implementación de un PMP aumenta el tiempo medio entre averías (tiempo medio entre fallas) (MTBF) de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO. según la cual la implantación de un PMP aumenta el tiempo medio entre averías (MTBF) de los equipos en el taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO, se acepta al rechazarse la hipótesis nula y ser el resultado $0,0015 < 0,05$. La implementación de un PMP aumenta el tiempo medio entre fallos (MTBF) de los equipos en el taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO. Se obtuvo un MTBF medio de 107,30 horas final a 62.6 inicial, lo que supone un aumento de las horas del MTBF de 45,2 horas y un incremento del 72,20% respecto al MTBF ente los periodos a la implementación del PMP, confirmando una mejora

antes y después de la implantación del PMP Cuadro 5.2. y grafico 5.2 de 45.60 horas de la comparación del MTBF antes y después de la implantación del PMP).

Según los resultados del estadístico T de Studens con regla de decisión: Si $p < 0,05$, se desestima la hipótesis nula, que afirma que la implantación de un plan de mantenimiento preventivo no reduce el MTTR (tiempo medio entre reparación) de los equipos en el taller de rectificación de automóviles del instituto TUPAC AMARU-CUSCO. Se acepta la hipótesis alternativa, que afirma que la implantación de un plan de mantenimiento preventivo reduce el tiempo medio entre reparación (MTTR) de los equipos en el taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO, al rechazarse la hipótesis nula y ser el resultado $0.0205 < 0.05$. Así mismo el grafico 5.3. y el Cuadro 5.3. El MTTR de los equipos ha variado de 7.13 horas, Previa a la implementación del plan de mantenimiento preventivo de enero a junio de 2022 a 5,26 horas tras la implementación del plan de mantenimiento preventivo de julio a diciembre de 2022, según una comparación del MTTR antes y Posteriormente a la implementación del PMP. Hay una mejora de 1,87 horas en comparación con el MTTR antes y después de implementado el PMP, este valor muestra una mejora porcentual del 26,23%.

6.2. Contrastación de resultados con estudios similares

Hipótesis general

La investigación plantea que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos en el taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO. La disponibilidad de los equipos pasó del 88,85% antes a 94,5% después de la implantación del plan de PM entre julio y diciembre de 2022. Se produjo una mejora del 5,69% en la disponibilidad, este valor muestra una mejora del 6,40% en términos de porcentaje entre los dos semestres.

Estos resultados concuerdan con la investigación de Gutiérrez & Tena (2019). Investigación de maestría en la Universidad Nacional del Callao para la obtención del grado de maestro “plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC 2018”. La finalidad del estudio fue implementar un PMP para equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y motores térmicos FIME-UNAC. Los autores lograron confirmaron que la disponibilidad de equipos y maquinaria aumentó de 68.75 % a 86.75%, con la aplicación del plan de mantenimiento propuesto, logró el objetivo de mejorar la disponibilidad de equipos y máquinas ¹¹.

La Investigación de maestría en la Universidad Nacional del Callao para la obtención del grado de maestro “Gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en los equipos mineros de transporte en la unidad Inmaculada-Ayacucho de la empresa Unión de Concreteras S.A”, El objetivo de la investigación fue determinar cómo GMP puede mejorar la disponibilidad de equipos de minería transportable. El estudio determinó que la aplicación de la GPM mejoró significativamente la disponibilidad de equipo minero transportable de Unión de Concretarás S.A., aumentando en un 4.06%, por lo que aumentó significativamente la efectividad del MP en cuanto a la disponibilidad de mina transportable. Equipo. Los resultados mostraron una reducción de 19.63% Los resultados mostraron una reducción de 19.63% en el promedio de fallas ².

Hipótesis específica 1

Los resultados concluyeron que: La implementación de un PMP aumenta el tiempo medio entre averías (tiempo medio entre fallos) (MTBF) de los equipos en el taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO. Se obtuvo un MTBF medio de 107,30 horas, lo que supone un aumento de las horas del MTBF de 45,2 horas y un incremento del 72,20% respecto al MTBF ente los periodos anterior y Posterior a la implementación del PMP.

DE PAULA TORRES, F. y TORRES VILAR, Z. en su artículo científico “Incremento de la disponibilidad operacional por medio de un mantenimiento preventivo aplicada a llaves hidráulicas de tubos de la industria del petróleo” Tuvo como problema el determinar la mejora de la disponibilidad operativa de 5 llaves hidráulicas para tubos en la industria petrolera a través del mantenimiento preventivo. Por tanto, así, se evidencia MTBF mejoro de 14,8 días, a 18,9 días con un incremento medio de 4,1 días, el MTTR se redujo de 0,68 h a 0,4 horas con una consecuente mejora de la disponibilidad lo cual confirma que los PM preventivo elaborados son capaces de proporcionar mayor disponibilidad, confiabilidad y producción a las llaves hidráulicas para tubos.

Hipótesis específica 2

Los resultados afirman que la implantación de un plan de mantenimiento preventivo reduce el MTTR (tiempo medio de reparación) de los equipos en el taller de rectificación de automóviles del instituto TUPAC AMARUCUSCO. El MTTR de los equipos ha variado de 7.13 horas, Previa a la implementación del plan de mantenimiento preventivo de enero a junio de 2022 a 5,26 horas tras la implementación del plan de mantenimiento preventivo de julio a diciembre de 2022, según una comparación del MTTR antes y Posterior a la implementación del plan de mantenimiento preventivo existe una mejora de 1,87 horas en comparación con el MTTR antes y después de la implementación del PMP, este valor muestra una mejora porcentual del 26,23%.

Da Silva en el trabajo de maestría del Instituto Superior de Engenharia do Porto de la maestría en ingeniería mecánica-Gestión industrial “Desarrollo de mantenimiento preventivo en una empresa industrial”. Este trabajo tuvo como objetivo principal planificar y gestionar el PM para reducir el porcentaje de mantenimiento correctivo, De la investigación se concluye que, en el caso del porcentaje por tipo de mantenimiento, el mantenimiento correctivo disminuyó un 22,3% en el primer trimestre de

2020 respecto al año anterior, y el mantenimiento preventivo aumentó un 16,7% en el mismo período homólogo. Desde el inicio de las prácticas hasta la semana 15 del 2020, la disponibilidad de equipos ha aumentado un 4%, con el tiempo medio de reparación MTTR indicador también decreciendo 12.5% ⁵.

6.3. Responsabilidad ética

La investigación "Implementación de Plan de Mantenimiento Preventivo para Mejorar la disponibilidad de equipos del taller de rectificaciones Automotrices del Instituto TUPAC AMARU - Cusco", cumple con los requisitos tanto de forma como de contenido establecidos por FIME y la Maestría en Gestión del Mantenimiento de la Universidad Nacional del Callao. En cuanto al contenido de la investigación, esta respeta la autoría de las fuentes utilizadas de acuerdo a la norma ISO 690 y APA. La información y datos fueron recolectados de los archivos y del estado operacional de las 08 rectificadoras automotrices del taller de rectificaciones automotrices de la carrera profesional de mecánica automotriz del IEST-TUPAC AMARU-CUSCO ubicado en la avenida cusco N°496 distrito San Sebastián, provincia de CUSCO, región CUSCO, durante el periodo 2022.

Así mismo se tiene la Resolución Directoral N° 1292-2023-DG-IESTP-TA de fecha 31 de mayo del 2023, el cual resuelve:

Primero. Autorizar la publicación de resultados de la investigación "IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DEL TALLER DE RECTIFICACIONES AUTOMOTRICES DEL INSTITUTO TUPAC AMARU-CUSCO" al bachiller PERCY ANTONIO FARFAN ENCISO.

Segundo. Disponer que el bachiller PERCY ANTONIO FARFAN ENCISO publique los resultados de la investigación.

También se anexa a esta investigación la Resolución Directoral N° 1292-2023-DG-IESTP-TA.

VII. CONCLUSIONES

1. Según los resultados de las estadísticas descriptivas e inferenciales Posteriormente a la implementación del PMP, la disponibilidad de los equipos ha variado de 88,85% Anteriormente a la implementación del PMP a 94,5% después. La hipótesis general asegura que la implementación de un PMP mejora la disponibilidad de los equipos en el taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO. En cuanto a la disponibilidad, se ha producido una mejora del 5,69%. En comparación con la disponibilidad antes y después de la implantación del PMP, este valor muestra una mejora del 6,40% en términos porcentuales.
2. Los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO presentan un menor tiempo medio entre averías (MTBF) gracias a la implementación del PMP. El MTBF de los equipos ha pasado de 62,60 horas Anteriormente a la implementación del PMP a 107,80 horas tras la implementación del PMP de julio a diciembre de 2022, teniendo una diferencia de 45,2 horas antes y Posteriormente a la implementación del PMP, lo que se traduce en un incremento del MTBF del 72,20% entre el anterior y el posterior de la implementación del plan de mantenimiento preventivo.
3. En el taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO, la implementación de un PMP reduce el tiempo medio entre reparación (MTTR) de los equipos. El MTTR de los equipos ha variado de 7,13 horas Anteriormente a la implementación del PMP de enero a junio de 2022 a 5,26 horas tras la implantación del mantenimiento preventivo de julio a diciembre de 2022, según la comparación del MTTR antes y después de la implantación del PMP. En comparación con el MTTR, se ha producido una mejora de 1,87 horas, esta cifra muestra una mejora de 26,23% en términos de porcentaje.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la dirección general, coordinador de la carrera profesional de mecánica automotriz del instituto TUPACA AMARU-CUSCO y demás personal responsable del funcionamiento y operación del taller de rectificaciones automotrices del instituto superior tecnológico TUPAC Amaru-CUSCO. Continuar con el plan de mantenimiento de las 08 rectificadoras del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO para seguir controlando la Disponibilidad de las maquinas rectificadoras, así como seguir almacenando data para poder determinar los MTBF Y MTTR de las máquinas.
2. Implementar el PM para realizar MTBF Y MTTR y los mantenimientos correspondientes a las máquinas y equipos de los diferentes talleres de mecánica automotriz (Taller de sistema de suspensión, dirección y frenos, Taller del sistema de transmisión y fuerza motriz, Laboratorio de transmisión, Taller de sistemas eléctricos y electrónicos automotrices, Laboratorio de motores de combustión interna Diésel y Otto, Laboratorio de inyección de combustible) de la carrera profesional de mecánica automotriz.
3. Implementar el PM para realizar los mantenimientos correspondientes a las máquinas y equipos de los diferentes programas de estudios del instituto TUPAC AMARU-CUSCO. Para mejorar su disponibilidad, aumentar el tiempo medio entre averías y reducir el tiempo medio de reparación estas actividades respaldadas mediante la implementación de una jefatura de mantenimiento (JEFATURA CREADA CON RESOLUCION DIRECTORAL) para programar y realizar los mantenimientos correspondientes a las máquinas y equipos de los diferentes programas de estudios del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALAVEDRA-FLORES, Carol et al. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial* [en línea]. 2016, (034), 11 [consultado el 8 de diciembre de 2023]. ISSN 1025-9929. Disponible en: doi:10.26439/ing. ind2016.n034.529
- [2] ALDANA GALLO, C. R. 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 S.A. Tesis [Maestro en gerencia del mantenimiento]. Callao: Universidad nacional del Callao, 2019. [fecha de consulta: 10 de febrero de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/4374/al dana%20gallo%20fime%20maestria%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [3] ASOCIACIÓN Española de Normalización y Certificación (AENOR). NORMA UNE EN 13306: Mantenimiento. Terminología del mantenimiento. [en línea]. Madrid: AENOR, 2018 [fecha de consulta: 14 de agosto de 2022]. Disponible en: [https://www.en.aenor.com/_layouts/15/r.aspx?c=N0060338#:~:text=Esta%20norma%20europea%20especifica%20los,para%20el%20mantenimiento%20de%](https://www.en.aenor.com/_layouts/15/r.aspx?c=N0060338#:~:text=Esta%20norma%20europea%20especifica%20los,para%20el%20mantenimiento%20de%20)
- [4] CABEZAS MEJÍA, E. D., NARANJO DIEGO A. y TORRES SANTAMARÍA, J. *Introducción a la metodología de la investigación científica* [en línea]. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018, pp. 17-134 [fecha de consulta: 15 de noviembre de 2022]. Capítulo 5. Recolección de información. ISBN 978-9942-765-44-4 Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

- [5] DA SILVA REIS ALVES, S. M. Desenvolvimento de Manutenção Preventiva Numa Empresa Industrial. Tesis [Maestro en ingeniería mecánica] Porto: Instituto Politécnico do Porto (Portugal), 2020. [fecha de consulta: 05 de marzo de 2023]. Disponible en: https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/17599/1/DM_SergioAlves_2020_MEM.pdf
- [6] DE PAULA TORRES, F. y TORRES VILAR, Z. Aumento da disponibilidade operacional por meio da manutenção preventiva aplicada em chave hidráulica de tubos na indústria do petróleo – revista Universidade Federal Rural do Semiárido – Ufersa Centro de Engenharias – CE Departamento de Engenharia e Tecnologia – DET: [en línea]. 18 de noviembre del 2022, 1-10 [fecha de consulta: 15 de febrero de 2023]. disponible en: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/7865>
- [7] DOUNCE VILLANUEVA, E. *La Productividad en el mantenimiento industrial* [en línea]. D.F. México: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V. 2014 [fecha de consulta: 13 de febrero de 2022]. Capítulo 2: Taxonomía de la conservación industrial. ISBN 978-607-438-924-1 Disponible en: https://www.academia.edu/38584763/03_ED_DOUCEN_VILLANUEVA_ENRIQUE_LA_PRODUCCTIVIDAD_EN_EL_MANTENIMIENTO INDUSTRIAL_pdf.
- [8] GALARZA CURISINCHE, E. *Implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de moldes de panetón para el incremento de la productividad en la empresa MULTIMOLDES S.A.C. – 2019*. Tesis [Maestro en Productividad y Relaciones Industriales]. Callao: Universidad nacional del CALLAO 2021. [Fecha de consulta: 24 de agosto de 2022]. Disponible en: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/6058/TE SIS_MAESTRIA_GALARZA_FIIS_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [9] GARCÍA GARRIDO, S. *Organización y gestión integral de mantenimiento* [en línea] Madrid: Ediciones Díaz de Santos, I de Castilla, 2003 [fecha de consulta: 08 de abril de 2023]. Capítulo 1: La función del

mantenimiento. ISBN: 84-7978-548-9 Disponible en:
https://www.academia.edu/41042547/Organizacion_y_gestion_integral_de_mante

- [10] GARCÍA PALENCIA, O. *El Mantenimiento General* [en línea]. Boyacá: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2006. [Fecha de consulta: 03 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1297/1/RED-70.pdf>.
- [11] GUTIÉRREZ HERVIAS, E. A. y TENA JACINTO, E.E. *Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos y máquinas del laboratorio de mecánica de fluidos y máquinas térmicas de la FIME-UNAC 2018*. Tesis [Maestría en gerencia de mantenimiento]. Callao: Universidad nacional del Callao, 2019. Disponible en <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/4397>
- [12] HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, M. Metodología de la investigación [en línea]. México D.F: McGraw-Hill Sexta edición. México D.F., 2014 [fecha de consulta: 12 de noviembre de 2022]. Capítulo 1: Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- [13] MESA GRAJALES, D. H., ORTIZ SÁNCHEZ, Y. y PINZÓN, M. Fiabilidad, Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad, definiciones parecidas pero conceptos muy diferentes: revista Scientia et Technica Año XII, No 30, Mayo de 2006 UTP. [fecha de consulta: 10 de agosto de 2022]. ISSN 0122-1701 : Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920491036>
- [13] MONTILLA MONTAÑA, C. A. Fundamentos de mantenimiento [en línea] Editorial Universidad Tecnológica de Pereira, 2016, pp. 67-159[fecha de consulta: 28 de marzo de 2022]. ISBN: 978-958-722-238-8. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/288157713.pdf>

- [14] MORA GUTIERREZ, A. *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control* [en línea]. México D.F.: Alfa omega, 2009, pp. 67-82 [fecha de consulta: 15 de mayo de 2022]. ISBN: 978-958-682-769-0 Disponible en: https://www.academia.edu/37071909/Libro_Mantenimiento_Alberto_Mora_1ed_1_.
- [15] MOUBRAY, J. *Mantenimiento centrado en confiabilidad*, 2000. [fecha de consulta: 15 de marzo de 2023] Capítulo 6: Mantenimiento proactivo-tareas preventiva. ISBN: 09539603-2-3 Disponible en: <https://es.slideshare.net/oliver4ever/libro-rcm-de-j-moubray>
- [16] NORMA ISO 14224, Industrias del petróleo, petroquímica y gas natural — Recopilación e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento para equipos. [en línea]. Madrid: ISO 14224, 2016 [fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022]. Disponible en: https://issuu.com/isomantenimiento/docs/iso_14224
- [17] PATTON, Joseph D. Jr. Preventive Maintenance. The International Society for Measurement and Control. Instrument Society of America. Second Edition. USA. 1995. ISBN: 1-55617-533-7 pag 2022
- [18] PERALTA SALVATIERRA, G. *Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la empresa metalmecánica AR&ML CONSTRUCTORES E.I.R.L., San Juan de Lurigancho , 2019*". Tesis [Maestría en gerencia de mantenimiento]. Callao: Universidad nacional del Callao, 2019. Disponible en: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/4583/PERALTA_FIME_MAESTRIA_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- [19] PÉREZ RONDON F. A. Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial [en línea] Universidad Santo Tomás, 2021. pp 21-40 [fecha de consulta: 11 de marzo de 2022]. ISBN: 978-958-8477-92-3 Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- [20] PIERITZ NETTO, A. Manutenção industrial [en línea] UNIASSELVI, 2018.

[Fecha de consulta: 13 de marzo de 2023]Capitulo 3: TIPOLOGIA DA MANUTENÇÃO NAS INDÚSTRIAS. ISBN 978-85-515-0228-0 1. Disponible en:<https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=35623>

- [21] RASHUAMAN FLORES, R. *Modelo de gestión de mantenimiento para el incremento de disponibilidad de las máquinas en una planta de fabricación de bombas centrífugas*. Tesis [Maestría en gerencia de mantenimiento]. Callao: Universidad nacional del Callao, 2019. [fecha de consulta 12 de noviembre del 2022]. Disponible en <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/4405>
- [22] RAYME FLORES, M. S. En el trabajo Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medición [en línea]. Encuentro Internacional de Ciencia y Tecnología (EICYTEC) – 2021 (2021: tayacaja). Panel [fecha de consulta: 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unat.edu.pe/bitstream/UNAT/43/1/Mantenimiento%20preventivo%20para%20incrementar%20la%20productividad%20en%20los%20equipos%20de%20medici%c3%b3n.pdf>
- [23] TADEU DA SILVA, E. *Avaliação da estratégia de manutenção industrial de uma usina de cana de açúcar por meio da confiabilidade dos equipamentos*. Tesis [Mestrado Profissional em Engenharia de Produção]. Araraquara: Universidade de Araraquara – UNIARA, 2020. [fecha de consulta: 10 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www.uniara.com.br/arquivos/file/ppg/engenharia-producao/producao-intelectual/dissertacoes/2020/elias-tadeu-silva.pdf>
- [24] TERAN SUAREZ, Y. L. *Rediseño del sistema de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de la flota de tractores de la empresa DANPER agrícola OLMOS S.A.C*. Tesis [Maestro en ingeniería industrial]. Madrid: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, 2022. [fecha de consulta: 15 de abril de 2023].

Disponibile en: http://https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4887/1/TM_TeranSuarezYeyson.pdf

- [25] TRI PUTRI, N. TAUFIK, Y SATRIA BUANA, F. Preventive Maintenance Scheduling by Modularity Design Applied to Limestone Crusher Machine, *Procedia Manufacturing*, Volume 43, 2020, Pages 682-687, ISSN 2351-9789, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.123>
- [26] VARGAS, J., CASTIBLANCO, R. y MORALES, J. Análogos cuánticos y electrodinámicos aplicados al sistema óptico dieléctrico-sustrato para cursos de física. *Momento*. Enero-junio, 2017, 54, 40-53. ISSN: 0121-4470. Volume (43), 682-687, ISSN 2351-9789, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.123>.

ANEXOS

Cuadro anexo.1. Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DEL TALLER DE RECTIFICACIONES AUTOMOTRICES DEL INSTITUTO TUPAC AMARU CUSCO				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Es posible que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO?	Determinar como la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.	VARIABLE INDEPENDIENTE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Dimensiones Diagnóstico Planificar Implementar evaluar	TIPO Aplicada ENFOQUE Cuantitativo NIVEL Hipotético deductivo DISEÑO Pre experimental POBLACIÓN 8
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		
PE1. ¿Es posible que la implementación de un plan de mantenimiento	OE1. Determinar cómo la implementación de un plan de mantenimiento	He1. La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta el tiempo	VARIABLE DEPENDIENTE DISPONIBILIDAD	rectificadoras automotrices

preventivo aumenta el tiempo medio entre averías de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU CUSCO?	preventivo aumenta el tiempo medio entre averías (MTBF) de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU CUSCO.	medio entre averías de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU CUSCO.	Dimensiones Tiempo medio entre averías (TMBF)	MUESTRA 8 rectificadoras automotrices TÉCNICAS Recolección de datos e información
PE2. ¿Es posible que la implementación del plan de mantenimiento preventivo disminuye el tiempo medio de reparación de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO?	OE2. Determinar cómo La implementación del plan de mantenimiento preventivo disminuye el tiempo medio de reparación (MTTR) de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.	He2. La implementación del plan de mantenimiento preventivo disminuye el tiempo medio de reparación de los equipos del taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU-CUSCO.	Tiempo medio para reparar (MTTR)	INSTRUMENTOS: Historial de fallas, OTM, hodómetros

Figura anexo.1. Autorización de investigación

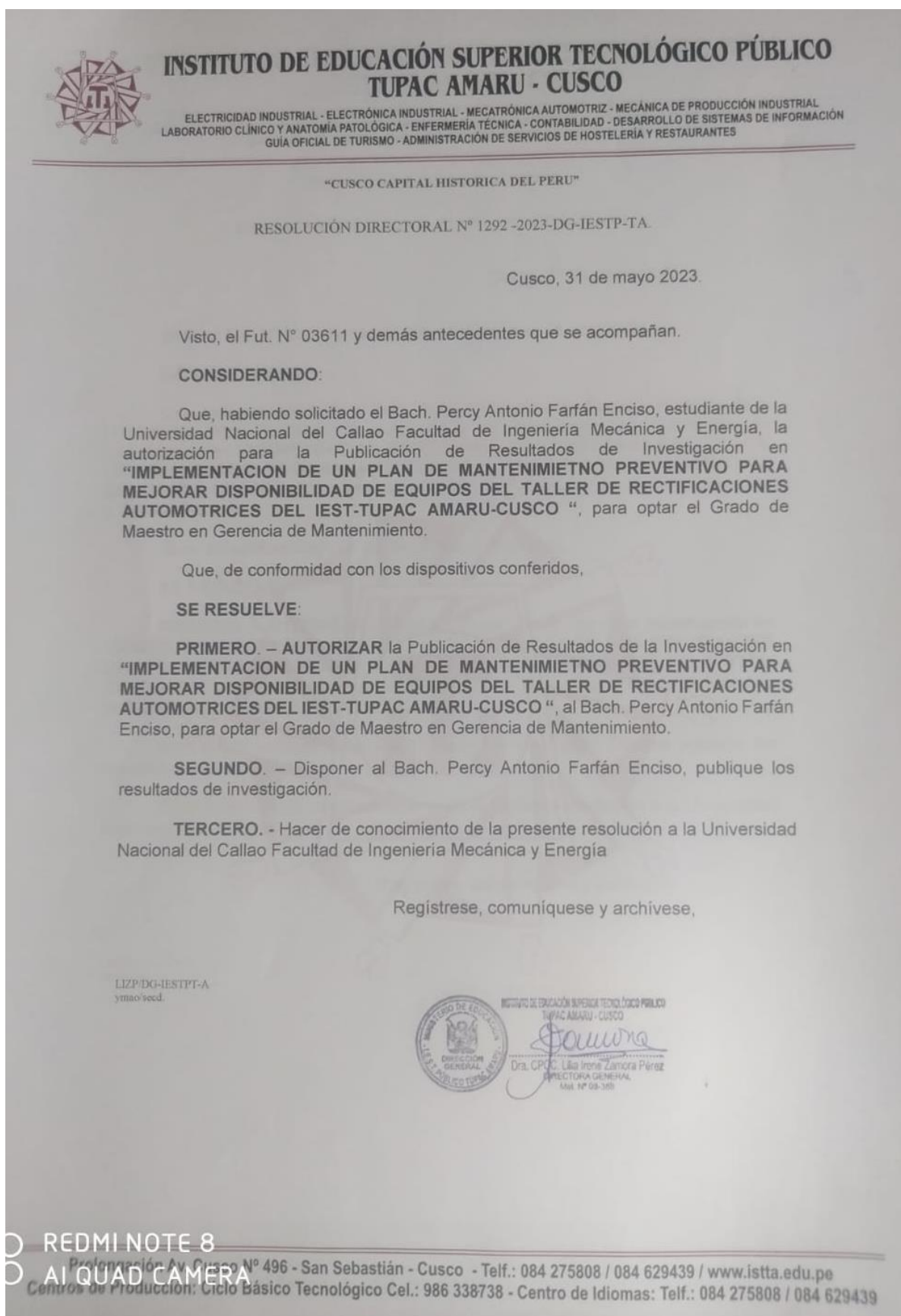


Figura anexo 2. Taller de rectificaciones automotrices del instituto TUPAC AMARU- CUSCO



Figura anexo.3. Rectificadora de cilindros



Figura anexo.4.Pulidora de cilindros



Figura anexo:5.Rectificadora de válvulas



Figura anexo.6. Rectificadora de cilindros



Figura anexo.7. Rectificadora de cigüeñal



Figura anexo.8. Rectificadora de bancadas



Figura anexo.9 Rectificadora de culatas



Figura anexo.10. Rectificadora de cilindros



Base de datos.

Cuadro anexo.2. Información de recolección de datos rectificadora de bancada

MESES DE OBSERVACION	RECTIFICADORA DE BANCADA							
	Numero de fallas	Tiempo total de operación TTO-horas	Tiempo de reparaciones (TTR total en horas)	Tiempo disponible de operación (TBF en horas)	MTTR	MTBF	Disponibilidad	Disponibilidad en %
Ene-22	4	160	43	117	10.75	29.25	0.7313	73.13%
Feb-22	3	160	28	132	9.33	44.00	0.8250	82.50%
Mar-22	2	160	20	140	10.00	70.00	0.8750	87.50%
Abr-22	3	160	25	135	8.33	45.00	0.8438	84.38%
May-22	3	160	32	128	10.67	42.67	0.8000	80.00%
Jun-22	2	160	36	124	18.00	62.00	0.7750	77.50%
Jul-22	3	160	12	148	4.00	49.33	0.9250	92.50%
Ago-22	3	160	10	150	3.33	50.00	0.9375	93.75%
Set-22	3	160	6	154	2.00	51.33	0.9625	96.25%
Oct-22	3	160	10	150	3.33	50.00	0.9375	93.75%
Nov-22	3	160	11	149	3.67	49.67	0.9313	93.13%
Dic-22	2	160	9	151	4.50	75.50	0.9438	94.38%

Cuadro anexo.3. Información de recolección de datos rectificadora de cigüeñal

MESES DE OBSERVACION	RECTIFICADORA DE CIGÜEÑAL							
	Numero de fallas	Tiempo total de operación TTO-horas	Tiempo de reparaciones (TTR total en horas)	Tiempo disponible de operación (TBF en horas)	MTRR	MTBF	Disponibilidad	Disponibilidad en %
4	160	18	142	4.50	35.50	0.8875	88.75%	4
3	160	20	140	6.67	46.67	0.8750	87.50%	3
2	160	36	124	18.00	62.00	0.7750	77.50%	2
5	160	21	139	4.20	27.80	0.8688	86.88%	5
2	160	10	150	5.00	75.00	0.9375	93.75%	2
4	160	25	135	6.25	33.75	0.8438	84.38%	4
3	160	14	146	4.67	48.67	0.9125	91.25%	3
1	160	12	148	12.00	148.00	0.9250	92.50%	1
2	160	10	150	5.00	75.00	0.9375	93.75%	2
3	160	12	148	4.00	49.33	0.9250	92.50%	3
2	160	11	149	5.50	74.50	0.9313	93.13%	2
1	160	9	151	9.00	151.00	0.9438	94.38%	1

Cuadro anexo.4. Información de recolección de datos rectificadora de culata

MESES DE OBSERVACION	RECTIFICADORA DE CULATA							
	Numero de fallas	Tiempo total de operación TTO-horas	Tiempo de reparaciones (TTR total en horas)	Tiempo disponible de operación (TBF en horas)	MTTR	MTBF	Disponibilidad	Disponibilidad en %
Ene-22	3	160	15	145	5,00	48,33	0,9063	90,63%
Feb-22	3	160	20	140	6,67	46,67	0,8750	87,50%
Mar-22	4	160	25	135	6,25	33,75	0,8438	84,38%
Abr-22	5	160	17	143	3,40	28,60	0,8938	89,38%
May-22	3	160	10	150	3,33	50,00	0,9375	93,75%
Jun-22	4	160	8	152	2,00	38,00	0,9500	95,00%
Jul-22	3	160	7	153	2,33	51,00	0,9563	95,63%
Ago-22	2	160	6	154	3,00	77,00	0,9625	96,25%
Set-22	2	160	5	155	2,50	77,50	0,9688	96,88%
Oct-22	2	160	4	156	2,00	78,00	0,9750	97,50%
Nov-22	3	160	4	156	1,33	52,00	0,9750	97,50%
Dic-22	1	160	3	157	3,00	157,00	0,9813	98,13%

Cuadro anexo.5. Información de recolección de datos rectificadora de cilindros

RECTIFICADORA DE CILINDROS								
MESES DE OBSERVACION	Numero de fallas	Tiempo total de operación	Tiempo de reparaciones (TTR total en horas)	Tiempo disponible de operación (TBF en horas)	MTTR	MTBF	Disponibilidad	Disponibilidad en %
		TTO-horas						
Ene-22	4	160	36	124	9,00	31,00	0,7750	77,50%
Feb-22	3	160	28	132	9,33	44,00	0,8250	82,50%
Mar-22	3	160	25	135	8,33	45,00	0,8438	84,38%
Abr-22	4	160	30	130	7,50	32,50	0,8125	81,25%
May-22	3	160	27	133	9,00	44,33	0,8313	83,13%
Jun-22	2	160	21	139	10,50	69,50	0,8688	86,88%
Jul-22	3	160	18	142	6,00	47,33	0,8875	88,75%
Ago-22	2	160	15	145	7,50	72,50	0,9063	90,63%
Set-22	2	160	11	149	5,50	74,50	0,9313	93,13%
Oct-22	2	160	8	152	4,00	76,00	0,9500	95,00%
Nov-22	3	160	9	151	3,00	50,33	0,9438	94,38%
Dic-22	1	160	10	150	10,00	150,00	0,9375	93,75%

Cuadro anexo.6. Información de recolección de datos pulidora de cilindros

MESES DE OBSERVACION	PULIDORA DE CILINDROS							
	Numero de fallas	Tiempo total de operación TTO-horas	Tiempo de reparaciones (TTR total en horas)	Tiempo disponible de operación (TBF en horas)	MTTR	MTBF	Disponibilidad	Disponibilidad en %
Ene-22	3	160	7	153	2,33	51,00	0,9563	95,63%
Feb-22	2	160	16	144	8,00	72,00	0,9000	90,00%
Mar-22	2	160	15	145	7,50	72,50	0,9063	90,63%
Abr-22	1	160	13	147	13,00	147,00	0,9188	91,88%
May-22	3	160	10	150	3,33	50,00	0,9375	93,75%
Jun-22	4	160	8	152	2,00	38,00	0,9500	95,00%
Jul-22	3	160	9	151	3,00	50,33	0,9438	94,38%
Ago-22	2	160	7	153	3,50	76,50	0,9563	95,63%
Set-22	2	160	5	155	2,50	77,50	0,9688	96,88%
Oct-22	1	160	6	154	6,00	154,00	0,9625	96,25%
Nov-22	1	160	5	155	5,00	155,00	0,9688	96,88%
Dic-22	1	160	5	155	5,00	155,00	0,9688	96,88%

Cuadro anexo.7. Información de recolección de datos rectificadora de bielas

MESES DE OBSERVACION	RECTIFICADORA DE BIELAS							
	Numero de fallas	Tiempo total de operación TTO-horas	Tiempo de reparaciones (TTR total en horas)	Tiempo disponible de operación (TBF en horas)	MTTR	MTBF	Disponibilidad	Disponibilidad en %
Ene-22	2	160	15	145	7,50	72,50	0,9063	90,63%
Feb-22	2	160	14	146	7,00	73,00	0,9125	91,25%
Mar-22	4	160	13	147	3,25	36,75	0,9188	91,88%
Abr-22	5	160	12	148	2,40	29,60	0,9250	92,50%
May-22	6	160	8	152	1,33	25,33	0,9500	95,00%
Jun-22	3	160	17	143	5,67	47,67	0,8938	89,38%
Jul-22	3	160	6	154	2,00	51,33	0,9625	96,25%
Ago-22	2	160	7	153	3,50	76,50	0,9563	95,63%
Set-22	2	160	10	150	5,00	75,00	0,9375	93,75%
Oct-22	1	160	12	148	12,00	148,00	0,9250	92,50%
Nov-22	1	160	8	152	8,00	152,00	0,9500	95,00%
Dic-22	1	160	15	145	15,00	145,00	0,9063	90,63%

Figura anexo.11. Operacionalización de las variables utilizando SPSS V-27- Prueba de normalidad para la variable dependiente y sus dimensiones

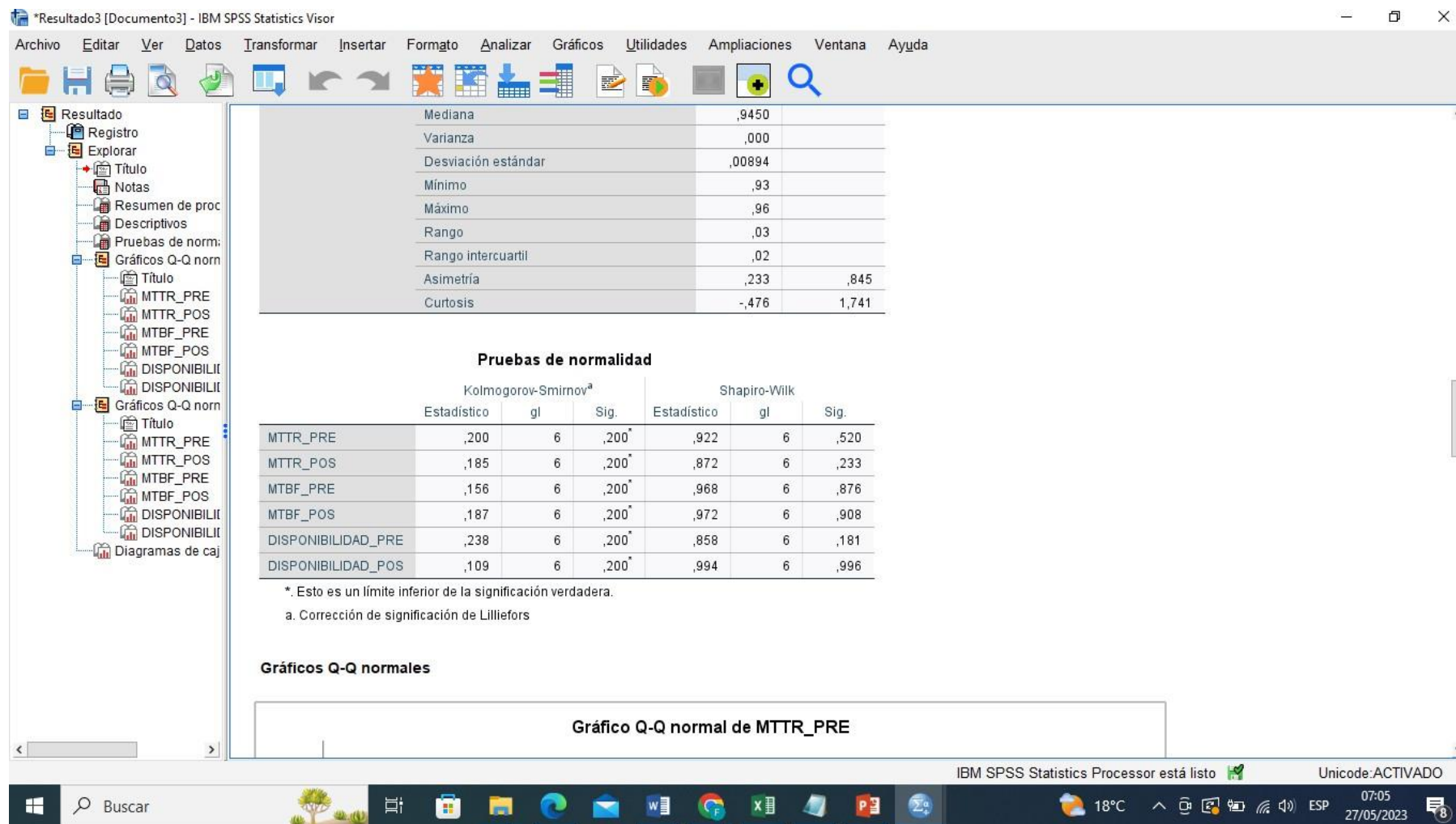


Figura anexo.12 Análisis unilateral de la disponibilidad con el estadístico T DE STUDENT

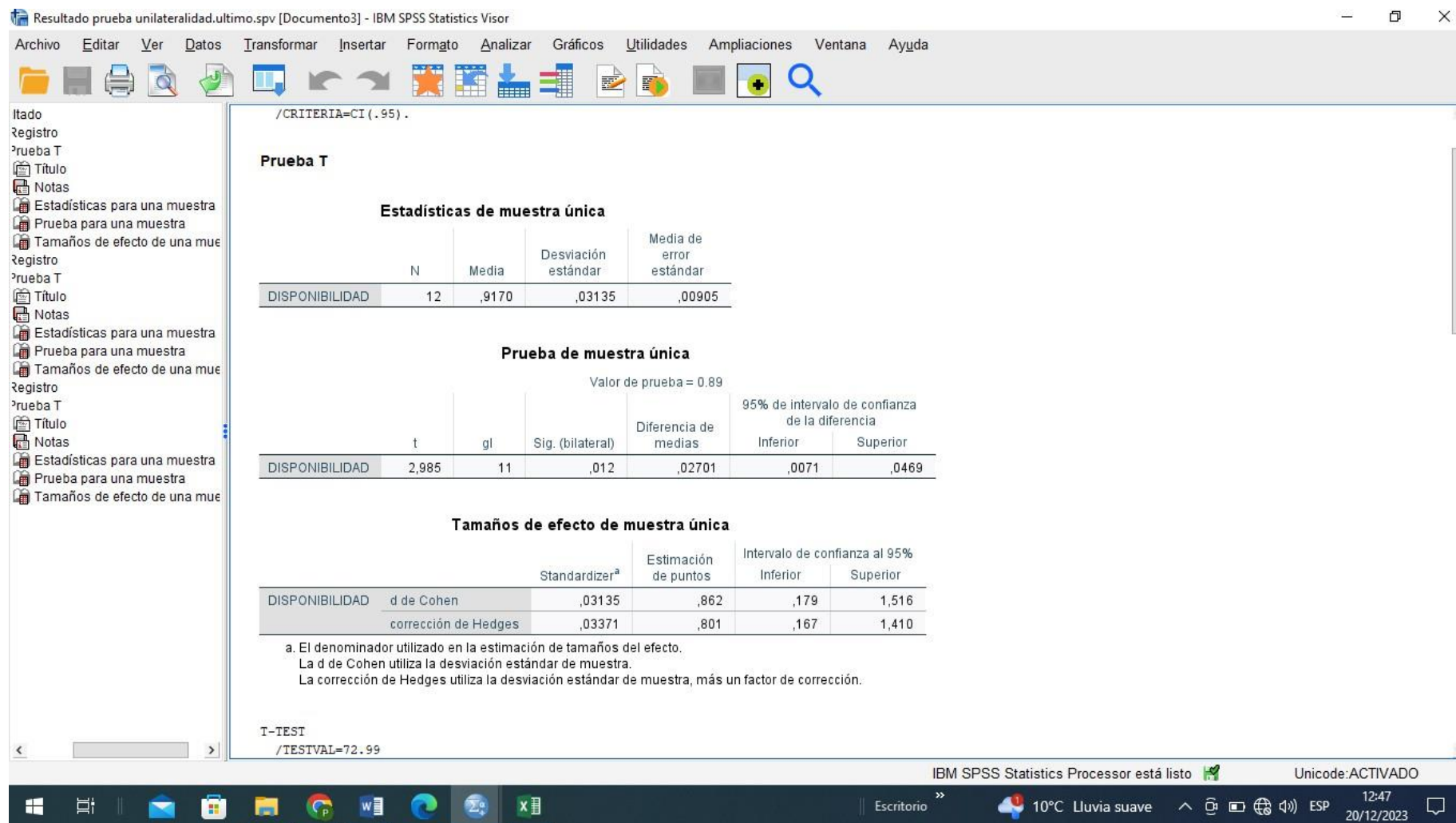


Figura anexo.13. Análisis unilateral del MTBF con el estadístico T DE STUDENT

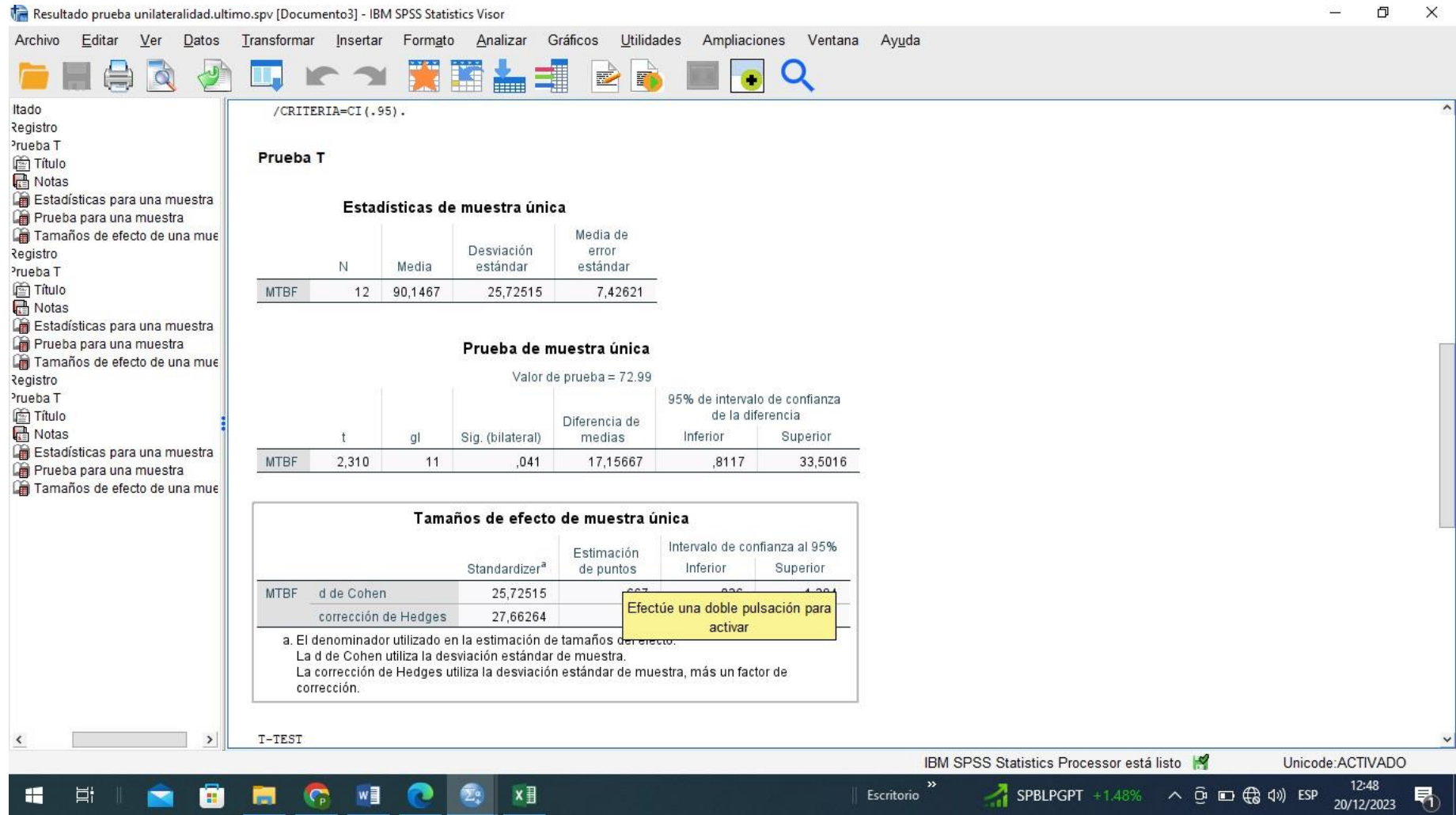


Figura anexo.14. Análisis unilateral del MTTR con el estadístico T DE STUDENT

