



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA
DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS
DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DE PUNO, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. FIDEL NINA TAPIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA
DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS
DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DE PUNO, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. FIDEL NINA TAPIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

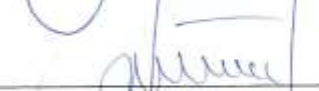
PRESIDENTE


: _____
Dr.ing. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

PRIMER MIEMBRO


: _____
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

SEGUNDO MIEMBRO


: _____
MSc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS


: _____
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA P-18



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1370-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 10302 presentado por el (la) Bachiller: **FIDEL NINA TAPIA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **FIDEL NINA TAPIA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUÑO, 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - **APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
- * **1er Miembro** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**.

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **FIDEL NINA TAPIA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUÑO, 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 06 de noviembre del 2025
- * **HORA** : 14:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 204 - EPIME

ARTÍCULO CUARTO. - **DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

ec. Archivo interesado (s)

 UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS


Dr. OSCAR V. VIANENTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

 UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS


Dr. Frita Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 441-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 2230 por el señor (a): **FIDEL NINA TAPIA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 206 - 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 003- 2025 del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **FIDEL NINA TAPIA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO, 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Salvador Teodoro Valdívia Cardenas** de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 003- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO, 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **FIDEL NINA TAPIA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO, 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR V. VIANORTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

Dr. Luis Vally Mazoni Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 048-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de enero del 2025

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 18950, presentado el señor (a) FIDEL NINA TAPIA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 1612-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 043-2024 del integrante del comité de investigación EPIME de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): FIDEL NINA TAPIA ha presentado su propuesta de investigación Titulado: ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO, 2024, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Benjamín Chuquimansani Quinto de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 043-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO, 2024.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el señor (a): FIDEL NINA TAPIA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO, 2024 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como ASESOR DE INVESTIGACIÓN de al (a la) docente Ing. ADWAH RANULFO SANCHEZ CARREON.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
JULIACA
DECANO
09/01/2025

VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
JULIACA
09/01/2025

cc:
Archivo
Interesado (a)



14% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 11% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 12% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Título de la tesis

ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO, 2024

Datos de autor

Nombres y apellidos	FIDEL NINA TAPIA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72937561
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-4427-7741

Datos de asesor

Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02064066
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8065-6533

Datos del jurado

Presidente del jurado

Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02406088

Miembro del jurado 1

Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061

Miembro del jurado 2

Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
---------------------	--------------------------------



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo FIDEL NINA TAPIA, identificado con DNI
Nro. 72937561 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LAS
MAQUINARIAS PESADAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO, 2024

Asesorado por: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.


Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 17 de NOVIEMBRE del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


FIRMA (obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

Agradezco profundamente a Dios y a mis padres por estar concurrentes en cada momento de mi vida, por su constante respaldo, sabios consejos y por ser el pilar fundamental en la realización de este sueño. Esta tesis está dedicada con amor y gratitud a ellos, ya que su confianza, guía y compañía me han permitido alcanzar mis metas. De igual manera, hago extensivo este reconocimiento a todas aquellas personas que, de algún modo, colaboraron con su respaldo en la realización de este proyecto tanto personal como formativo.



AGRADECIMIENTO

Expreso mi gratitud a Dios por sus constantes bendiciones, así como a todos los individuos que me asistieron durante este proceso de progreso profesional. Agradezco particularmente a mis padres, por ser ejemplo de esfuerzo y persistencia, y a nuestro asesor, por su paciencia, guía y dedicación a lo largo de este proyecto de investigación.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Descripción del problema.....	1
1.1.1. A nivel internacional.....	1
1.1.2. A nivel nacional.....	2
1.1.3. A nivel local.....	3
1.2 Formulación del problema.....	4
1.2.1 Problema general.....	4
1.2.2 Problemas específicos.....	4
1.3 Justificación.....	5
1.3.1 Justificación teórica.....	5
1.3.2 Justificación práctica.....	5
1.3.3 Justificación metodológica.....	6
1.4 Objetivos de la investigación.....	7
1.4.1 Objetivo general.....	7
1.4.2 Objetivos específicos.....	7



1.5 Hipótesis..... 7

 1.5.1 Hipótesis general 7

 1.5.2 Hipótesis específicas 7

1.6 Variables 8

 1.6.1 Variable independiente 8

 1.6.2 Variable dependiente 8

 1.6.3 Operacionalización de variables 8

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Antecedentes 9

 2.1.1 Antecedentes Internacionales..... 9

 2.1.2 Antecedentes nacionales..... 10

 2.1.3 Antecedentes locales..... 12

2.2 Bases teóricas..... 12

 2.2.1 Estado actual de las maquinarias pesadas..... 12

 2.2.1.1 Sistemas de mantenimiento 14

 2.2.1.2 Análisis de fallas 16

 2.2.2 Disponibilidad 17

 2.2.2.1 Fiabilidad..... 19

 2.2.2.2 Mantenibilidad 21

2.3 Definición de términos 22

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque 24

3.2 Método de investigación..... 24



3.3 Tipo de investigación.....	24
3.4 Nivel de investigación.....	24
3.5 Diseño de la investigación.....	25
3.6 Ámbito de investigación.....	25
3.7 Población y muestra.....	25
3.7.1 Población.....	25
3.7.2 Muestra.....	26
3.8 Técnicas e instrumentos.....	27
3.8.1 Técnicas de investigación.....	27
3.8.2 Instrumentos de investigación.....	27

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación.....	28
4.2 Discusión de resultados.....	53
CONCLUSIÓN.....	58
RECOMENDACIÓN.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	63
Matriz de consistencia.....	64
Validación de instrumentos.....	66
Instrumento de recolección de datos.....	68



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características personales de la población	28
Tabla 2 Tipos de mantenimientos	31
Tabla 3 Mantenimiento de las maquinarias	33
Tabla 4 Efectividad del mantenimiento preventivo aplicado	35
Tabla 5 Análisis de criticidad de las maquinarias	37
Tabla 6 Fallas de las maquinarias	39
Tabla 7 Frecuencia de fallas en las maquinarias	41
Tabla 8 Fallas más comunes que afectan a las maquinarias	43
Tabla 9 Tiempo promedio entre fallas (MTBF) para las maquinarias	45
Tabla 10 Medida de fallas que afectan la operatividad de las maquinarias .	47
Tabla 11 Tiempo promedio para reparar una máquina	49
Tabla 12 Medida de tiempos de reparación que afectan la disponibilidad de las maquinarias	51



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de transiciones del mantenimiento preventivo 15

Figura 2 Total de Mantenimiento Preventivo Medio 15

Figura 3 Tasa de Falla y Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) 21

Figura 4 Características personales de la población..... 29

Figura 5 Tipos de mantenimientos 31

Figura 6 Mantenimiento de las maquinarias..... 33

Figura 7 Efectividad del mantenimiento preventivo aplicado..... 35

Figura 8 Análisis de criticidad de las maquinarias..... 37

Figura 9 Fallas de las maquinarias..... 39

Figura 10 Frecuencia de fallas en las maquinarias 41

Figura 11 Fallas más comunes que afectan a las maquinarias..... 43

Figura 12 Tiempo promedio entre fallas (MTBF) para las maquinarias..... 45

Figura 13 Medida de fallas que afectan la operatividad de las maquinarias 47

Figura 14 Tiempo promedio para reparar una máquina 49

Figura 15 Medida de tiempos de reparación que afectan la disponibilidad
de las maquinarias 51



RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo analizar la influencia del estado actual de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno en su disponibilidad operativa durante el año 2024. La metodología del estudio es de enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y transversal. Es de tipo aplicada, considerando como población a 90 maquinarias pesadas, seleccionando 10 equipos según criterios definidos. Se usaron técnicas de inspección directa y análisis documental, empleando fichas de observación y cuestionarios como instrumentos principales. Resultados: El análisis evidenció que el 100% de los encuestados utiliza mantenimiento predictivo y realiza análisis de fallas mediante el método AMFE. Sin embargo, fallas ocasionales en sistemas hidráulicos (50%) y transmisión (40%) afectan la operatividad. El tiempo promedio de reparación (MTTR) es de 1 a 3 días en el 90% de los casos, mientras que el tiempo entre fallas (MTBF) está entre 100 y 500 horas en el 70% de las maquinarias. Conclusión: El estado actual de las maquinarias influye significativamente en su disponibilidad operativa, confirmando la hipótesis general y dos específicas. Aunque se aplican sistemas de mantenimiento efectivos, los tiempos de reparación y fallas recurrentes limitan la disponibilidad operativa. Es necesario optimizar procedimientos y recursos.

Palabras claves: Maquinarias pesadas, disponibilidad operativa, mantenimiento predictivo, análisis de fallas.



ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the influence of the current state of the heavy machinery of the Provincial Municipality of Puno on its operational availability during the year 2024. The methodology of the study is quantitative, with a non-experimental sectional design. It is applied, considering 90 heavy machinery as the population, selecting 10 pieces of equipment according to defined criteria. Direct observation and documentary analysis techniques were used, using observation sheets and questionnaires as the main instruments. Results: The analysis showed that 100% of the respondents used predictive maintenance and performed failure analysis using the FMEA method. However, occasional failures in hydraulic systems (50%) and transmission (40%) affect operability. The mean time to repair (MTTR) is between 1 and 3 days in 90% of the cases, while the time between failures (MTBF) is between 100 and 500 hours in 70% of the machines. Conclusion: The current condition of the machinery significantly influences its operational availability, confirming the general and two specific hypotheses. Although effective maintenance systems are applied, repair times and recurrent failures limit operational availability. It is necessary to optimize procedures and resources.

Key words: Heavy machinery, operational availability, predictive maintenance, failure analysis.



INTRODUCCIÓN

La elaboración del disponible estudio se ha efectuado conforme a las normativas establecidas en el reglamento de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, las opciones han sido rigurosamente observadas. En tal sentido, la estructura del trabajo contiene los ulteriores apartados:

CAPÍTULO I: Se expone el problema, sus objetivos, justificación, hipótesis y la operacionalización de variables que guían el desarrollo de la presente investigación.

CAPÍTULO II: Se presenta el marco teórico con antecedentes internacionales, nacionales y locales, seguido de fundamentos de ambas variables y la definición de términos esenciales para la investigación.

CAPÍTULO III: Se establece el enfoque metodológico, tipo de estudio, muestra y técnica empleada para recolectar información en el desarrollo de la investigación.

CAPÍTULO IV: Se exponen y examinan los resultados obtenidos mediante la aplicación de encuestas, junto con un análisis interpretativo de los principales hallazgos.

Finalmente, se detallan las conclusiones alcanzadas en el desarrollo de este estudio, junto con las sugerencias consideradas pertinentes para futuras acciones o investigaciones.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Descripción del problema

1.1.1. A nivel internacional

A nivel internacional, la gestión del estado y la disponibilidad de maquinarias pesadas son un reto gigantesco para muchas industrias y entidades estatales. Estas maquinarias, que pisan fuerte en construcción, minería, agricultura y servicios públicos, resultan clave para el avance económico y social. Sin embargo, cuando hay deterioro, mantenimiento poco adecuado y falta de una estrategia de renovación en tiempo, estos equipos pueden ver comprometida su disponibilidad y rendimiento.

Cuando los sectores del estado se quedan cortos de maquinarias pesadas, eso trae demoras en proyectos de infraestructura, complica los servicios principales, y dispara los costos por arreglos constantes y mantenimientos de emergencia. Y por si fuera poco, se trata de una cuestión especialmente delicada en los países en desarrollo, donde los recursos escasos para mantenimiento y reemplazo hacen que la administración eficaz de estos equipos sea aún más complicada.

Además, las normas ambientales globales exigen que la maquinaria cumpla con estrictos criterios de emisiones y seguridad. Muchas máquinas



antiguas no cumplen con los requisitos, lo que genera un tira y afloja entre conservar equipos obsoletos y cambiar a tecnología más segura y eficaz. Supongo que abordar esta situación exige una revisión cuidadosa de la maquinaria pesada actual para mantenerla en funcionamiento y, al mismo tiempo, utilizar los recursos de forma responsable.

Tomemos como ejemplo Brasil: dado que las ciudades no han mantenido la maquinaria pesada con el mantenimiento adecuado, se han generado problemas con máquinas fuera de servicio, lo que ha paralizado importantes proyectos de infraestructura urbana y rural. La mayoría de las veces, estos equipos no funcionan a su máximo rendimiento, por lo que las obras viales y las reparaciones se retrasan, especialmente si las cuadrillas se encuentran lejos, donde la ayuda rara vez llega.

En resumen, esta perspectiva mundial destaca claramente por qué estudiar el estado actual de la maquinaria pesada y cómo influye en su tiempo de actividad y operatividad es tan vital para respaldar una infraestructura pública fiable y sostenible.

1.1.2. A nivel nacional

En todo el país, la situación y el acceso a la maquinaria pesada en las organizaciones públicas se está convirtiendo en un verdadero problema, especialmente para proyectos de construcción, el mantenimiento de la infraestructura y la gestión de los servicios municipales. En muchas regiones en desarrollo, la falta de financiación adecuada y estrategias sólidas de mantenimiento ha provocado que la mayoría de las grandes máquinas del sector público acaben dañadas, lo que afecta negativamente su rendimiento y frecuencia. Al no existir planes sólidos de actualización de equipos ni de



mantenimiento regular, las averías se repiten, las reparaciones son muy costosas y los retrasos se prolongan. Como resultado, los municipios y las oficinas gubernamentales a menudo tienen dificultades para satisfacer las necesidades públicas o prestar los servicios a tiempo. También es cierto que la escasez de maquinaria en buen estado y funcional dificulta la finalización de las grandes obras de infraestructura, lo que reduce la eficiencia del trabajo y obliga a esperas más largas antes de la finalización de los proyectos.

Los equipos antiguos y desgastados pueden infringir las normas ambientales y de seguridad, lo que resulta en riesgos tanto para quienes los utilizan como para el medio ambiente. Es fundamental prestar mucha atención a la gestión de la maquinaria pesada, manteniéndola en funcionamiento de forma segura mediante programas de mantenimiento constantes y actualizaciones periódicas que realmente contribuyan a mantener las operaciones ecológicas y seguras. Esto exige la implementación de planes y estrategias nacionales que ayuden a las organizaciones públicas a cuidar mejor su maquinaria, así como planes para construir una infraestructura sólida y ecológica que se ajuste exactamente a las necesidades actuales del país.

1.1.3. A nivel local

A nivel local, la gestión y el mantenimiento de la maquinaria pesada por parte de la Municipalidad Provincial de Puno es crucial para servicios básicos como la limpieza de las carreteras, el manejo de residuos y la atención de emergencias. Actualmente, muchas de estas máquinas presentan problemas constantes por desgaste, falta de mantenimiento regular y envejecimiento, lo que reduce su capacidad de rendimiento y dificulta que la municipalidad pueda atender a los vecinos como debería. Cuando no hay suficientes máquinas en



funcionamiento, la gente tiene que esperar más tiempo para las obras viales y los proyectos urbanos, lo que ralentiza la vida cotidiana y el crecimiento comunitario. Además, el alto gasto en reparaciones de emergencia y la necesidad de alquilar equipos adicionales agotan los fondos de la municipalidad, lo que reduce el presupuesto para otras necesidades vitales.

Además, cuando las organizaciones no capacitan a los coordinadores que manejan y cuidan esta maquinaria, se acelera el desgaste y aumenta considerablemente la probabilidad de accidentes laborales. Honestamente, esto significa que existe una necesidad apremiante de analizar seriamente el estado actual de la maquinaria pesada y elaborar un plan de mantenimiento integral y sólido para que estas máquinas se mantengan en funcionamiento y los servicios a la comunidad local no se interrumpan.

Este planteamiento a nivel local enfatiza la importancia de contar con una estrategia efectiva de gestión de maquinarias pesadas en la Municipalidad Provincial de Puno, para maximizar su existencia y fortalecer la calidad y desempeño en la provisión de los servicios públicos.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo influye el estado actual de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno en su disponibilidad operativa durante el año 2024?

1.2.2 Problemas específicos

PE1.- ¿Cómo influye el sistema de mantenimiento de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno en su disponibilidad operativa durante el año 2024?



PE2.- ¿Cómo influye el análisis de fallas de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno en su disponibilidad operativa durante el año 2024?

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación teórica

El razonamiento detrás del estudio "Estado Actual de la Maquinaria Pesada de la Municipalidad Provincial de Puno y su Impacto en el Suministro" se basa en gran medida en ideas como la gestión de activos, la anticipación en el mantenimiento y el funcionamiento óptimo de las máquinas. La gestión de activos define claramente cómo una gestión inteligente de los equipos ayuda a prolongar su vida útil, reducir gastos y mantenerlos en funcionamiento cuando sea necesario. Siguiendo el ejemplo del mantenimiento preventivo, las revisiones y reparaciones rutinarias tienden a prevenir averías, lo que, en cierto modo, aumenta la productividad. Y no olvidemos que la administración pública afirma que contar con una infraestructura sólida es fundamental para brindar buenos servicios. Por lo tanto, en definitiva, se sugiere aplicar una gestión rigurosa para garantizar que la maquinaria esté siempre lista y sea duradera.

1.3.2 Justificación práctica

La razón práctica, en términos más simples, es analizar el "Estado actual de la maquinaria pesada en la Municipalidad Provincial de Puno y su impacto en la disponibilidad", con el fin de optimizar el rendimiento de estos equipos para mejorar los servicios públicos. A nivel local, la falta de maquinaria pesada dificulta proyectos importantes como el mantenimiento de la infraestructura y el transporte de residuos, lo que ralentiza la respuesta del municipio y termina molestando a la ciudadanía. Una vez que se determine el estado real de los



equipos y se implementen las rutinas de mantenimiento preventivo, este estudio apunta a una menor demora, reparaciones más económicas y una menor dependencia de equipos externos. Además, se impulsará la planificación y la respuesta del municipio, lo que ayudará a optimizar aún más los recursos presupuestarios. En general, el estudio hace que la gestión de estos recursos sea más sostenible y práctica, lo que contribuye directamente al funcionamiento del municipio y mejora la vida cotidiana de los ciudadanos al mantener la estabilidad de los servicios esenciales.

1.3.3 Justificación metodológica

La elección de este método se basa en un enfoque cuantitativo, fundamental para obtener información fiable sobre el estado real y la accesibilidad de la maquinaria pesada en la Municipalidad Provincial de Puno. Este enfoque permite recopilar y analizar mediciones precisas, como el índice de disponibilidad, la tasa de averías, el tiempo de inactividad de la maquinaria y el coste del mantenimiento o las reparaciones. Con herramientas cuantitativas, se pueden establecer vínculos entre el estado de la maquinaria y su influencia en las operaciones, además de detectar las tendencias que suelen influir en su disponibilidad. El uso de indicadores mensurables y análisis estadísticos permite comprender plenamente el problema, sentando una base sólida para la toma de decisiones. En consecuencia, los resultados de este proceso constituyen una prueba fehaciente para impulsar mejoras y simplificar la gestión de equipos, con un enfoque en la eficiencia y la sostenibilidad.



1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Analizar la influencia del estado actual de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno en su disponibilidad operativa durante el año 2024.

1.4.2 Objetivos específicos

OE1.- Evaluar la influencia del sistema de mantenimiento de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno en su disponibilidad operativa.

OE2.- Analizar la influencia del análisis de fallas de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno en su disponibilidad operativa.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

El estado actual de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno influye significativamente en su disponibilidad operativa durante el año 2024.

1.5.2 Hipótesis específicas

HE1.- El sistema de mantenimiento de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno influye significativamente en su disponibilidad operativa durante el año 2024.

HE2.- El análisis de fallas de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno influye significativamente en su disponibilidad operativa durante el año 2024.



1.6 Variables

1.6.1 Variable independiente

Estado actual de las maquinarias pesadas

1.6.2 Variable dependiente

Disponibilidad

1.6.3 Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente Estado actual de las maquinarias pesadas	Sistemas de mantenimiento	Tipos de mantenimiento aplicados (correctivo, preventivo, predictivo)	Nominal
		Frecuencia de mantenimiento realizado	Ordinal
	Análisis de fallas	Análisis de criticidad de máquinas (Método AMFE)	Ordinal
		Número de fallas detectadas	Escala de intervalo
Variable dependiente Disponibilidad	Fiabilidad	(MTBF)	Escala de razón
	Mantenibilidad	(MTTR)	



CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Secaira (2020) en su tesis titulado "Estudio del estado actual del equipo caminero del gobierno autónomo descentralizado municipal del Cantón Quero y su incidencia en la Disponibilidad". **Objetivo:** Evaluar el estado actual del equipo caminero del gobierno municipal del cantón Quero para determinar su disponibilidad. **Metodología:** Se utilizó un enfoque cuantitativo con investigación de campo y bibliográfica-documental, de tipo exploratoria, descriptiva, correlacional y explicativa. La población estudiada fueron los equipos camineros, con una muestra de 21 máquinas, usando técnicas de recolección de datos, observación y análisis documental. **Resultado:** Se obtuvo un sistema de mantenimiento eficiente, identificando fallos comunes y optimizando prácticas mediante conceptos de fiabilidad, mantenibilidad y análisis de fallos (AMFE). **Conclusión:** El sistema de mantenimiento mejorará las condiciones operativas de los equipos camineros, reduciendo paradas imprevistas, extendiendo la vida útil de las máquinas y asegurando una disponibilidad continua, con ahorro en tiempo y costos de mantenimiento.



Ordoñez (2020) en su tesis "Estudio de la gestión de mantenimiento en ml servicios y su incidencia en la disponibilidad de la maquinaria pesada".

Objetivo: Analizar la gestión del área de mantenimiento de ML Servicios y su impacto en la disponibilidad de la maquinaria pesada para remediación ambiental en el oriente ecuatoriano. **Metodología:** Se emplea una metodología mixta (cualitativa y cuantitativa), evaluando el área de mantenimiento con la norma COVENIN 2500:93 y midiendo la accesibilidad de diecinueve máquinas a través del análisis de tiempos de mantenimiento entre enero y junio de 2020.

Resultado: El área de mantenimiento obtuvo una puntuación de 54,7/100, y la disponibilidad inicial de la maquinaria fue del 94,07%. Tras aplicar mejoras, la disponibilidad aumentó a 94,34%. **Conclusión:** La disponibilidad de la maquinaria es alta, pero la evaluación del área de mantenimiento es baja; se recomienda mejorar aspectos administrativos para optimizar el desempeño del área de mantenimiento.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Huaman (2023) realizó la investigación "Plan de mantenimiento de maquinaria pesada para mejorar la operatividad en la municipalidad de Acobamba" **Objetivo:** Determinar la relación entre un plan de mantenimiento preventivo y el incremento de la accesibilidad de los equipos pesados en la municipalidad de Acobamba, Tarma, con el fin de mejorar la producción y aumentar la cantidad de obras realizadas. **Metodología:** Se utilizó un enfoque deductivo-inductivo en una investigación tecnológica de nivel aplicado, orientada a resolver problemas específicos de disponibilidad de maquinaria en la municipalidad. **Resultado:** La ejecución del mantenimiento preventivo disminuyó paradas, elevando la operatividad promedio de los equipos hasta un 90.5%.



Conclusión: Aplicar un programa de mantenimiento preventivo mejora la operatividad y el rendimiento de los equipos pesados, incrementa su tiempo operativo y permite una mayor eficiencia en la realización de obras municipales.

Camacho y Castillo (2022) en su tesis el **objetivo fue** determinar la incidencia del mantenimiento preventivo en la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Sarmiento S.R.L. de Cajamarca, Perú. **Metodología:** Investigación aplicada, con enfoque cuantitativo, nivel descriptivo-correlacional, y diseño no experimental-transversal. La población incluyó 50 trabajadores, empleando técnicas de análisis documental y encuestas; el cuestionario fue el instrumento de recolección de datos. Se usó el programa SPSS v.26, calculando la credibilidad con el coeficiente alfa de Cronbach y la correlación con el método de Spearman. **Resultado:** El nivel de significancia fue 0.008, menor que 0.05, indicando una correlación positiva significativa entre mantenimiento preventivo y disponibilidad de la maquinaria. **Conclusión:** El mantenimiento preventivo impacta de manera significativa y positiva en la disponibilidad de maquinaria, mejorando su operatividad y efectividad en la empresa Sarmiento S.R.L.

Gutierrez (2021) en su tesis el **Objetivo:** Proponer un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en una municipalidad. **Metodología:** Se analizaron las causas de baja disponibilidad con un diagrama de Ishikawa y la técnica de Pareto. Se priorizó la falta de plan de mantenimiento, indicadores de gestión, software de conservación, capacitación en mantenimiento y deficiencia en orden y limpieza. **Resultado:** La disponibilidad mecánica del Cargador Frontal potenció de 68% a 97%. **Conclusión:** La implementación del plan de mantenimiento



preventivo aumenta la disponibilidad de maquinaria, reduce paradas imprevistas y genera mayores ingresos por alquiler.

2.1.3 Antecedentes locales

Catacora (2020) en su tesis titulado "Rendimiento efectivo y rendimiento esperado de la maquinaria de C y M Vizcarra en la mina San Rafael, San Román, Juliaca, Puno". **Objetivo:** Analizar el rendimiento efectivo y el rendimiento esperado de la maquinaria pesada de la empresa C y M Vizcarra en la mina San Rafael, ubicada en San Román, Juliaca, Puno, y determinar el rendimiento perdido. **Metodología:** Investigación cuantitativa con análisis documental basado en el informe de conservación de canales de C y M Vizcarra. Todas las máquinas pesadas que operaban en la mina formaban parte de la población, y el estudio tomó una muestra de 28 unidades. Resulta que tanto el rendimiento real como el esperado de estas máquinas obtuvieron **resultados** bastante bajos, y la pérdida de capacidad apenas se modificó. El estudio concluyó que el rendimiento de los equipos se mantuvo bajo, lo que deja claro que la mina debería mejorar el funcionamiento de estas máquinas para aumentar su eficiencia.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Estado actual de las maquinarias pesadas

El estado actual de la maquinaria pesada implica verificar su resistencia física y su correcto funcionamiento, revisando aspectos como su antigüedad, mantenimiento, rendimiento y desgaste. Básicamente, se analiza si estas máquinas pueden seguir funcionando de forma segura y correctamente, y si muestran indicios de que podría ser necesario repararlas o afinarlas para mantenerlas listas para funcionar. Además, la frecuencia de uso y el tipo de



entorno de trabajo influyen en su estado, lo que determina su durabilidad y el uso que se les dará en diferentes tareas.

Según García y Ramírez (2020), El buen funcionamiento de la maquinaria depende principalmente de factores como su antigüedad, el mantenimiento que recibe y el uso diario que se le da. Con el tiempo, los componentes antiguos tienden a desgastarse de forma natural, aunque un mantenimiento riguroso puede prevenir averías y garantizar el buen funcionamiento de todo. Además, la intensidad del uso acelera el desgaste, lo que implica realizar revisiones con mayor frecuencia, lo que influye en la disponibilidad y la eficacia de la máquina a diario.

El funcionamiento real de las máquinas puede depender de factores como el entorno operativo, la resistencia de las piezas, el grado de desgaste y las mejoras tecnológicas implementadas. Las condiciones de trabajo pueden acelerar el desgaste de las piezas, mientras que una mejor calidad de las piezas suele significar que todo dura más. Actualizar la tecnología aumenta la producción y reduce las averías. El nivel de desgaste simplemente indica cuándo es momento de reparar algo o realizar tareas de mantenimiento para evitar que las cosas se compliquen repentinamente (Torres, 2021).

Mantener la maquinaria pesada funcionando sin problemas es crucial para la disponibilidad operativa, ya que los equipos que no están en óptimas condiciones son mucho más propensos a fallar repentinamente o dejar de funcionar. Las averías inesperadas alteran los horarios de trabajo y suelen incrementar los costos con facturas de reparación inesperadas y horas perdidas. Manténgase al día con el mantenimiento y revise el estado de la maquinaria para maximizar el tiempo de actividad. (López & Díaz, 2022).



2.2.1.1 Sistemas de mantenimiento

Los sistemas de mantenimiento son una combinación de enfoques y estrategias que ayudan a mantener las máquinas y equipos funcionando al máximo rendimiento, reduciendo las averías y prolongando su vida útil. Existen varios tipos en esta categoría, como reparaciones preventivas, trabajos de reparación y métodos de pronóstico. Si consideramos el mantenimiento proactivo, este se centra en las inspecciones programadas y los ajustes realizados para evitar problemas posteriores; por otro lado, el mantenimiento correctivo interviene para solucionar los problemas después de una avería, volviendo a poner el equipo en funcionamiento. El mantenimiento predictivo, por otro lado, aprovecha las herramientas de monitorización que detectan los problemas con antelación, lo que permite abordar las preocupaciones antes de que se agraven.

Supongo que implementar un sistema de mantenimiento sólido termina aumentando la disponibilidad de la maquinaria pesada para el trabajo y su funcionamiento es más eficiente, ya que reduce drásticamente las averías imprevistas y los costes derivados de las reparaciones inesperadas.

Según Vargas y Salazar (2021), Una configuración de mantenimiento inteligente es vital para el correcto funcionamiento de la maquinaria, ya que ayuda a detectar y prevenir averías mediante un seguimiento constante del rendimiento del equipo. Este método no solo prolonga la vida útil de las máquinas, sino que también reduce las reparaciones imprevistas y los costes. Además, se obtiene un espacio de trabajo más seguro y las operaciones se mantienen sin problemas.

El mantenimiento pronóstico, basado en la exploración de datos y el seguimiento constante del funcionamiento de las máquinas, se ha vuelto sumamente importante gracias a su capacidad para detectar problemas antes de que se produzcan. Este tipo de prevención permite a los equipos de mantenimiento intervenir antes de que surjan problemas, ahorrando valioso tiempo de producción. Además, optimiza el uso de los recursos, ayudando a que las máquinas duren más y a que todo funcione con mayor fluidez. (García, 2020).

Figura 1

Diagrama de transiciones del mantenimiento preventivo



Fuente: Scielo.org

Figura 2

Total de Mantenimiento Preventivo Medio

$$TMPM_T = \frac{\sum_{i=1}^m f_i \cdot TMPM_i}{\sum_{i=1}^m f_i}$$

Fuente: Scielo.org



2.2.1.2 Análisis de fallas

El análisis de fallas es una técnica fundamental para la gestión del mantenimiento, especialmente en el caso de maquinaria pesada. ¿El verdadero propósito de este paso? Identificar las causas recurrentes de las averías en los equipos, para que se puedan implementar soluciones inteligentes y optimizar el funcionamiento. Al observar la maquinaria pesada de la Municipalidad Provincial de Puno, este tipo de análisis detecta cualquier problema mecánico, eléctrico, hidráulico o incluso del sistema de control que pueda afectar la frecuencia de funcionamiento de los equipos.

Identificar la raíz de las fallas es clave para quienes realizan el mantenimiento de maquinaria pesada: es la forma en que los equipos detectan y realmente identifican la causa del problema, ya sean problemas mecánicos, electrónicos, eléctricos o hidráulicos. Analizar las fallas no solo ayuda a encontrar las soluciones correctas para los problemas actuales, sino que también facilita la implementación de buenas estrategias preventivas. Esto significa que los equipos funcionan mejor durante más tiempo, se reduce el tiempo de inactividad y se reduce el gasto para mantenerlos en funcionamiento.

Según Ramírez y Torres (2021), Un análisis de fallos sólido detecta patrones de problemas recurrentes en maquinaria pesada, lo que facilita determinar el origen de los problemas, como fallos de diseño, mantenimiento deficiente o simplemente el desgaste de las piezas. Si se comprenden claramente estos patrones, se pueden aplicar soluciones más eficaces y precisas, lo que mejora el funcionamiento del equipo, prolonga su vida útil y reduce el tiempo de inactividad, una medida que sin duda reduce los costes operativos y aumenta la productividad.



Encontrará muchas maneras inteligentes de detectar las averías de máquinas grandes. El análisis de causa raíz (RCA) se centra en determinar exactamente la causa del problema, y el análisis de modos de fallo y efectos (FMEA) analiza las posibles causas de los fallos y qué podría ocurrir si ocurren. Al combinar ambos enfoques, obtendrá una visión bastante precisa de cada avería, lo que le permitirá saber con mayor claridad en qué reparaciones o protecciones centrarse, reduciendo así el riesgo y, en definitiva, garantizando un funcionamiento óptimo de las máquinas (Martínez, 2020).

Estos enfoques son vitales para industrias como la minería y la construcción, especialmente donde mantener el funcionamiento de los equipos es crucial y las averías repentinas pueden generar costosas reparaciones. Identificar las causas raíz e identificar con antelación cómo podrían fallar las cosas mediante el análisis modal de fallos y efectos (FMEA) y el análisis de causa raíz (RCA) ayuda a evitar que las operaciones se paraliquen, permite a los equipos utilizar los recursos de forma más inteligente y reduce los costos de reparaciones imprevistas, lo que a su vez facilita el funcionamiento (Gómez, 2022).

2.2.2 Disponibilidad

La disponibilidad de maquinaria pesada se refiere a la disponibilidad de un equipo para entrar en funcionamiento cuando sea necesario, considerando factores como las horas de trabajo reales y cualquier periodo de inactividad. El cálculo es bastante sencillo: mide el tiempo que el equipo está en buen estado de funcionamiento en comparación con el tiempo completo que podría haber estado funcionando, sin contar los periodos de inactividad por reparaciones, averías o arreglos programados.



Las máquinas diseñadas para alta disponibilidad se configuran y mantienen para que sigan funcionando sin apenas tiempos de inactividad. Esto depende no solo de la calidad de la maquinaria y de la frecuencia de su mantenimiento, sino también de la rapidez con la que se realizan las reparaciones y de las estrategias empleadas para anticipar y prevenir fallas.

De acuerdo con Sánchez y Rodríguez (2021), El tiempo que la maquinaria pesada puede funcionar antes de detenerse es fundamental para el buen funcionamiento de toda la operación. La forma en que se gestiona el mantenimiento, ya sean revisiones rutinarias, la reparación de averías o el uso de predicciones inteligentes, es fundamental. Supongo que las reparaciones rápidas y puntuales son importantes, ya que ayudan a reducir el tiempo de inactividad y a mantener el buen funcionamiento de las máquinas.

Mantener las máquinas funcionando correctamente reduce drásticamente el tiempo de inactividad y reduce considerablemente los costos por paradas inesperadas. Además, al utilizar todos los materiales, ya sean crudos o no, la operación suele ser más fluida y se mantiene en el buen camino (Pérez, 2020).

La elaboración y el seguimiento de planes de mantenimiento preventivo y correctivo son cruciales para mantener el equipo listo para la acción. Al supervisar cuidadosamente los procesos mediante monitoreo preventivo, se reduce la probabilidad de averías imprevistas. Al mismo tiempo, las revisiones correctivas ayudan a que el equipo se recupere rápidamente cuando algo falla. La combinación de estos dos enfoques influye en la fluidez de las operaciones, reduce el tiempo de inactividad, prolonga la vida útil del equipo y garantiza el óptimo funcionamiento de todo (López, 2022).



La disponibilidad operativa y la disponibilidad técnica son las categorías habituales para referirse a la disponibilidad. La disponibilidad operativa analiza si una máquina puede estar lista para funcionar cuando se supone que debe usarse, pero la disponibilidad técnica está más relacionada con el buen funcionamiento y la fiabilidad del equipo. Lograr la máxima disponibilidad de equipos pesados es vital para reducir drásticamente el tiempo de inactividad y maximizar la eficiencia en sectores como la construcción, la minería o el transporte, especialmente porque la fiabilidad del equipo influye tanto en los costes como en la rapidez con la que se realizan las tareas.

2.2.2.1 Fiabilidad

La cantidad de maquinaria pesada que realmente puede usar depende en gran medida de su confiabilidad, ya que la confiabilidad determina si el equipo funciona como se espera, sin fallas, durante un tiempo determinado y en condiciones normales de operación. Si una máquina funciona de forma constante y no se avería con frecuencia, aumenta la productividad y reduce el tiempo perdido en reparaciones. Además, puede verificar la confiabilidad mediante factores como el tiempo medio entre fallas (MTBF), lo que le permite predecir el rendimiento de su equipo y determinar cuándo debe planificar el mantenimiento rutinario.

Según González y Herrera (2021), Menos interrupciones en el servicio garantizan una alta confiabilidad, lo cual es vital para el funcionamiento continuo en áreas como la construcción y la minería. La maquinaria pesada es fundamental en estos campos para realizar trabajos cruciales, y cuando funciona sin problemas, todo funciona mejor. Además, una alta confiabilidad puede



generar ahorros al minimizar las paradas imprevistas, permitiendo que los equipos rindan más y prolongando la vida útil de los equipos.

La monitorización, junto con los métodos de análisis predictivo, desempeña un papel fundamental para aumentar la fiabilidad de la maquinaria pesada. Al recopilar datos actualizados sobre el rendimiento del equipo y analizar el desgaste con el tiempo, estos enfoques permiten detectar posibles averías antes de que surja algún problema grave. Además, esto ayuda a las cuadrillas a determinar con precisión el mantenimiento necesario, evitando sorpresas desagradables y tiempos de inactividad inesperados. Supongo que el objetivo principal es que las operaciones funcionen con mayor fluidez, las máquinas se utilicen mejor y se reduzcan las facturas por reparaciones inesperadas (Pérez, 2020).

Al implementar programas de mantenimiento basados en la confiabilidad, las organizaciones optimizan el rendimiento de sus equipos, concentrándose únicamente en las intervenciones más importantes, gracias al análisis de datos de rendimiento y condición. Además, este enfoque no solo optimiza el rendimiento de las máquinas, sino que también prolonga la vida útil de los equipos pesados. Supongo que cuando las máquinas funcionan de forma más confiable, se obtiene una mayor disponibilidad, lo que a su vez se traduce en una mayor productividad y menores costos operativos a largo plazo (Ruiz, 2022).

Figura 3

Tasa de Falla y Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)

$$\begin{aligned}TF_n &= 0,000062 \left[\frac{\text{fallas}}{\text{unidad} \cdot \text{hora}} \right] \cdot 24 \left[\frac{\text{horas}}{\text{día}} \right] \cdot 365 \left[\frac{\text{días}}{\text{año}} \right] = 0,0542 \left[\frac{\text{fallas}}{\text{unidad} \cdot \text{año}} \right] \\ &= 0,0542 \left[\frac{\text{fallas}}{\text{unidad} \cdot \text{año}} \right] \cdot 100 [\text{unidades}] = 5,42 \left[\frac{\text{fallas}}{\text{año}} \right] \\ MTBF &= \frac{TT - NOT}{F} = \frac{500.000 - 15.000}{3} = 161.666, \bar{6} \left[\frac{\text{unidad} \cdot \text{hora}}{\text{falla}} \right] \\ &= \frac{161.666, \bar{6}}{(24)(365)} = 18,46 \left[\frac{\text{unidad} \cdot \text{año}}{\text{falla}} \right]\end{aligned}$$

Fuente: Gestión de Operaciones - Blog

2.2.2.2 Mantenibilidad

El mantenimiento de un equipo o sistema consiste básicamente en mantenerlo funcionando a pleno rendimiento. Cuando la maquinaria se puede reparar o ajustar rápidamente tras una avería, el tiempo de inactividad se reduce y se ahorra mucho dinero. Si un equipo tiene una mantenibilidad excelente, significa que repararlo y ajustarlo es rápido y sencillo, además de que las piezas de repuesto son fáciles de conseguir e intercambiar.

El montaje de las máquinas, el detalle de sus instrucciones técnicas y la forma en que se realiza el mantenimiento influyen enormemente en la mantenibilidad. Además, es fundamental que los equipos de mantenimiento reciban la formación adecuada y cuenten con métodos optimizados para gestionar las reparaciones, ya que estos factores mejoran la mantenibilidad de aceptable a excelente.

Según Díaz (2021), facilitar el mantenimiento de los equipos reduce el tiempo de inactividad al realizar reparaciones o mantenimiento regular, lo que facilita el acceso a los técnicos. La construcción de las máquinas, el acceso a las



partes internas y la uniformidad de las piezas influyen en gran medida en la facilidad de las reparaciones (Rodríguez, 2020).

Además, los programas de mantenimiento predictivo y preventivo son vitales para mejorar la mantenibilidad, ya que permiten a los equipos detectar problemas antes de que surjan problemas, facilitando así las reparaciones rápidas. El tiempo de inactividad de la maquinaria se reduce drásticamente y las operaciones funcionan con mayor fluidez, con equipos en perfecto funcionamiento y menos probabilidades de averías graves que agoten el presupuesto con reparaciones imprevistas (Vazquez, 2022).

2.3 Definición de términos

Análisis de fallas: La forma en que esto funciona es averiguando exactamente por qué falla el equipo mediante un análisis profundo de la causa raíz. Luego, con esos hallazgos, se ajustan los diseños y se modifican las rutinas de mantenimiento para que los mismos problemas no se repitan.

Disponibilidad operativa: Medida de la capacidad de la maquinaria para estar operativa en comparación con su tiempo total disponible, teniendo en cuenta el tiempo de inactividad por mantenimiento o fallas imprevistas.

Estado actual de las maquinarias pesadas: Se refiere a la condición física y operativa de los equipos, evaluando su funcionamiento, desgaste de componentes e historial de mantenimiento, con el fin de garantizar su eficiencia.

Fiabilidad: Disponer de un equipo propio que pueda funcionar sin problemas durante un período determinado, vital para mantener las ruedas girando en las grandes industrias, ayuda a reducir el tiempo de inactividad y a mantener las facturas de mantenimiento bajo control.



Mantenimiento correctivo: Tipo de mantenimiento que se realiza cuando una maquinaria presenta fallas, con el fin de restaurar su funcionamiento normal, a menudo de forma urgente, y prevenir daños mayores.

Mantenimiento predictivo: Estrategia de mantenimiento basada en el supervisión continuo de las circunstancias de actividad de la maquinaria para anticipar fallas antes de que sucedan, optimizando la disponibilidad de los equipos.

Mantenimiento preventivo: Acción planificada y programada que busca evitar fallas en la maquinaria mediante revisiones periódicas, ajustes y reemplazo de piezas, extendiendo su vida útil y asegurando su operatividad.

Mantenibilidad: Facilidad con la que un equipo puede ser mantenido o reparado para restablecer su funcionamiento en caso de fallas, siendo un factor clave para optimizar el tiempo de inactividad y la eficiencia operativa.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

El enfoque es **cuantitativo**.

Se recolectarán y analizarán datos numéricos relacionados con el estado y la disponibilidad de las maquinarias.

3.2 Método de investigación

El método es **deductivo**, ya que parte de teorías y conceptos previamente establecidos en la gestión de activos y conservación preventiva, para luego aplicar estos principios al caso específico de la maquinaria municipal.

3.3 Tipo de investigación

La investigación es de tipo **aplicada**. Lo que se intenta hacer es abordar un problema bastante claro en el municipio: se trata de conseguir que haya más máquinas en funcionamiento mediante tácticas de gestión y mantenimiento práctico.

3.4 Nivel de investigación

Nivel: Descriptivo – Correlacional.



A continuación, analizaremos la relación entre el estado de la maquinaria y su disponibilidad real; ese es el plan.

3.5 Diseño de la investigación

El diseño es **no experimental – transversa**.

Se observarán y analizarán las maquinarias pesadas en su estado actual sin manipular ninguna variable y se realizará en un solo momento en el tiempo.

3.6 Ámbito de investigación

Esta investigación se centra en la **Municipalidad Provincial de Puno**, profundizando en el análisis de su maquinaria pesada y cómo esta influye en su disponibilidad operativa. Dentro del municipio, el estudio explora tanto los detalles técnicos como los sistemas de gestión de la maquinaria, además de todos los factores que afectan su mantenimiento y rendimiento. Supongo que la integración local permite al estudio ofrecer un diagnóstico preciso y elaborar soluciones reales que realmente se ajusten a las necesidades actuales del municipio.

3.7 Población y muestra

3.7.1 Población

La totalidad de los equipos pesados -noventa máquinas- conforman el conjunto estudiado por este equipo de investigación en la **Municipalidad Provincial de Puno**. Esto incluye todos los equipos destinados a la ejecución de obras públicas y actividades de mantenimiento, tales como excavadoras, cargadores frontales, retroexcavadoras, motoniveladoras y otros equipos similares que forman parte del parque de maquinaria de la municipalidad.

Criterios de inclusión:

- Maquinarias pesadas operativas durante el año 2024.



- Equipos que han recibido mantenimiento preventivo o correctivo durante el período de estudio.
- Maquinarias utilizadas en actividades de construcción, mantenimiento de vías y otras labores operativas de la municipalidad.
- Maquinarias que estén en funcionamiento al momento de la evaluación.

Criterios de exclusión:

- Maquinarias fuera de servicio o que no han sido operativas durante el año 2024.
- Equipos que no han recibido ningún tipo de mantenimiento en el último año.
- Maquinarias que no pertenezcan al parque vehicular de la Municipalidad Provincial de Puno.
- Equipos cuya información de mantenimiento o estado operativo no esté disponible.

3.7.2 Muestra

La muestra se conformará con un número de maquinarias seleccionadas de convenio con los parámetros de inclusión anteriormente determinados. Se escogerán 10 maquinarias pesadas, representativas de la población total, para ser evaluadas y estudiadas en relación con su estado actual, mantenimiento y disponibilidad operativa durante el año 2024.

Se empleará una técnica de selección aleatoria o por estratificación (según sea el caso), asegurando que la muestra sea representativa y permita obtener resultados fiables para el análisis de la incidencia del reparación y las fallas en la accesibilidad operativa de los equipos.



3.8 Técnicas e instrumentos

3.8.1 Técnicas de investigación

- **Observación directa:** Evaluación del estado físico y funcional de las maquinarias.
- **Análisis documental:** Revisión de registros de mantenimiento, fallas y reparaciones.

3.8.2 Instrumentos de investigación

- **Fichas de observación:** Para registrar el estado y las características operativas de las maquinarias.
- **Cuestionarios:** Dirigidos a los encargados de la maquinaria, para conocer el historial de mantenimiento y fallas.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación

4.1.1 Resultados del tratamiento y análisis de la información

Tabla 1

Características personales de la población

CARACTERÍSTICAS	N=10	100%
Cargos/Responsabilidad		
Operador de Maquinaria pesada	10	100
TOTAL	10	100.0
Años de experiencia en mantenimiento de maquinaria pesada		
2 a 4 años	1	10
5 a 7 años	5	50
8 a más años	4	40
TOTAL	10	100.0
Unidad/Departamento		
Programa especial de operación y mantenimiento de maquinaria y equipo	10	100
TOTAL	10	100.0

Nota. Encuesta aplicada a los trabajadores de la Municipalidad Provincial de Puno 2024.

Figura 4

Características personales de la población

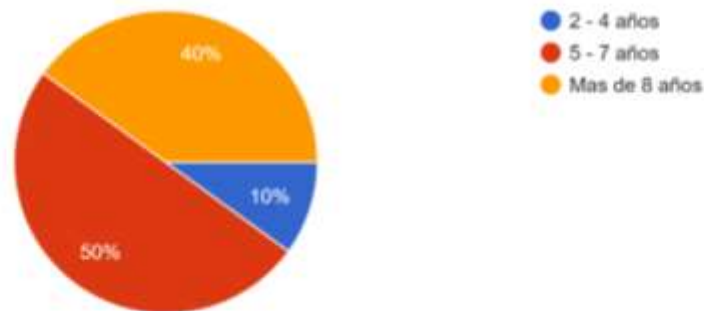
Datos generales del entrevistado: Cargo/Responsabilidad:

10 respuestas



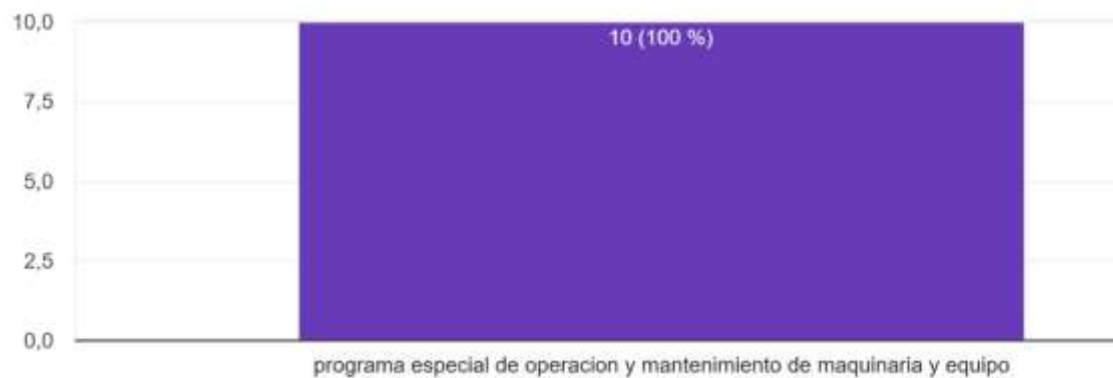
Datos generales del entrevistado: Años de experiencia en mantenimiento de maquinaria pesada:

10 respuestas



Datos generales del entrevistado: Unidad/Departamento:

10 respuestas





INTERPRETACIÓN

En la tabla y gráfico 1, de un total de 10 operarios actuales en la municipalidad provincial de Puno y su incidencia en la disponibilidad, 2024, podemos apreciar en cuanto al Cargo u Responsabilidad que la totalidad de ellos, es decir el 100% desempeñaban el cargo de Operador de maquinaria pesada.

Así mismo en cuanto a los años de experiencia en mantenimiento de maquinaria pesada, destaca que la mayoría de los trabajadores, un 50%, se encuentra en el rango de 5 a 7 años de experiencia. En contraste, el grupo menos representado corresponde a 1 persona, es decir el 10%, con 2 a 4 años de experiencia, mientras que el restante 40% representa a 4 personas con más de 8 años de experiencia.

De igual manera en cuanto a la Unidad/Departamento, la totalidad de ella es decir el 100% o 10 personas se ocupan en el programa especial de operación y mantenimiento de maquinaria y equipo.

VARIABLE INDEPENDIENTE: Estado Actual de las Maquinarias Pesadas

Dimensión 1: Sistemas de Mantenimiento

1. ¿Qué tipos de mantenimiento se aplican a las maquinarias?

Tabla 2

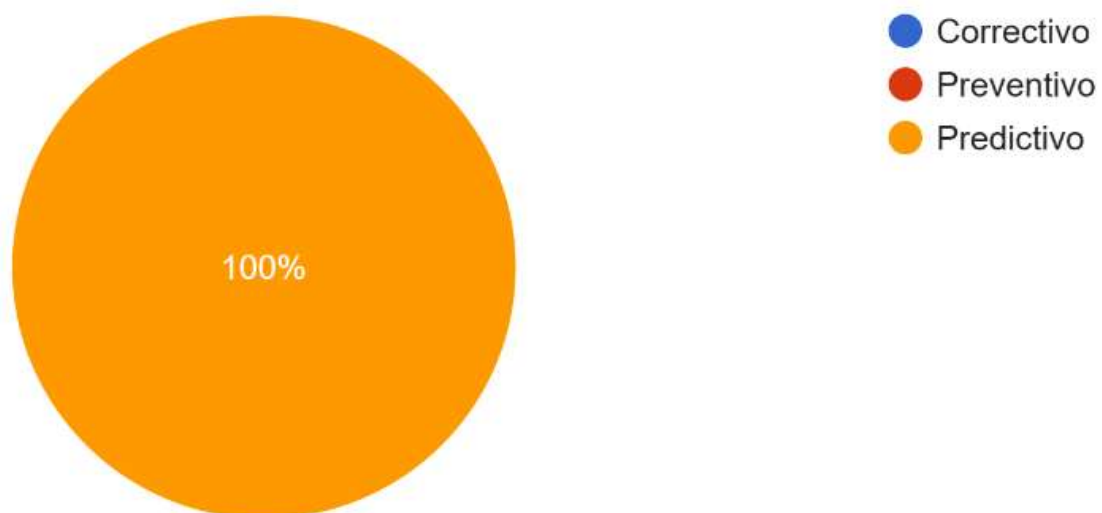
Tipos de mantenimientos

	FACTORES	
Correctivo	0	0
Preventivo	0	0
Predictivo	10	100
Total	10	100.0

Nota. Encuesta desarrollada

Figura 5

Tipos de mantenimientos





INTERPRETACIÓN

En la tabla y figura 2, se muestran que el análisis del sistema de mantenimiento aplicado, una de las dimensiones clave en las hipótesis específicas, revela que el 100% de los encuestados utiliza exclusivamente el mantenimiento predictivo. Este enfoque, orientado a anticipar fallas a través de datos y monitoreo constante, está en línea con la importancia de garantizar la disponibilidad operativa de las maquinarias. Sin embargo, esto también podría indicar la ausencia de un enfoque complementario que integre mantenimientos correctivos y preventivos, lo que podría limitar la respuesta frente a imprevistos.

2. ¿Con qué frecuencia se realiza el mantenimiento de las maquinarias?

Tabla 3

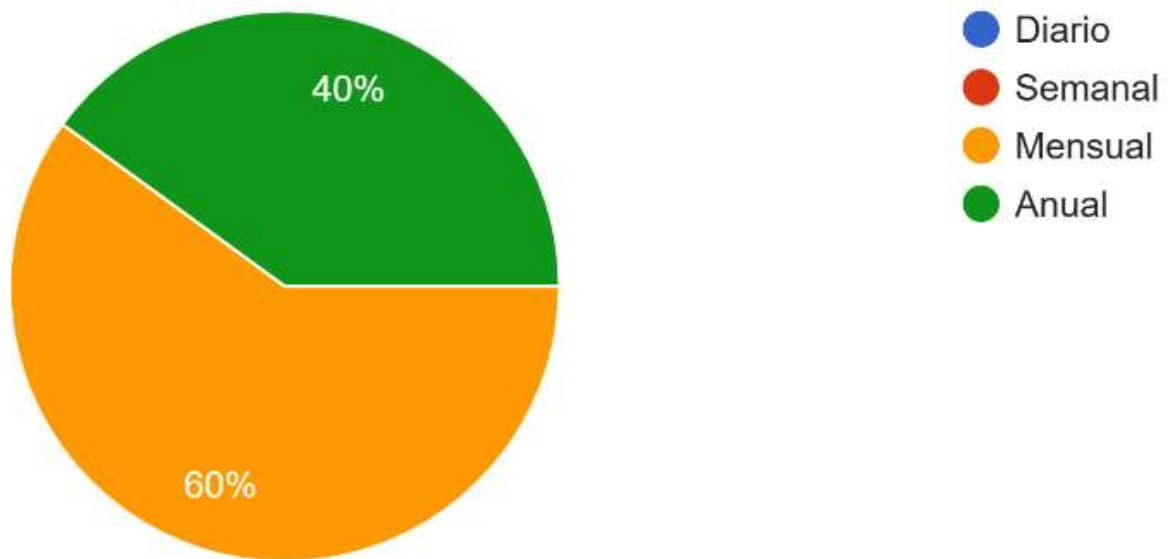
Mantenimiento de las maquinarias

	FACTORES	
Diario	0	0
Semanal	0	0
Mensual	6	60
Anual	4	40
Total	10	100.0

Nota. Encuesta desarrollada

Figura 6

Mantenimiento de las maquinarias





INTERPRETACIÓN

En la tabla y figura 3, Respecto a la frecuencia del mantenimiento se observa una clara tendencia hacia la periodicidad mensual, con un 60% de las respuestas. Esto implica que la mayoría de las maquinarias reciben atención regular cada 30 días. Sin embargo, un 40% de los encuestados indica que el mantenimiento se realiza anualmente, lo cual podría no ser suficiente para prevenir fallas frecuentes, especialmente en equipos sometidos a altos niveles de uso.

3. ¿Cómo calificaría la efectividad del mantenimiento preventivo aplicado?

Tabla 4

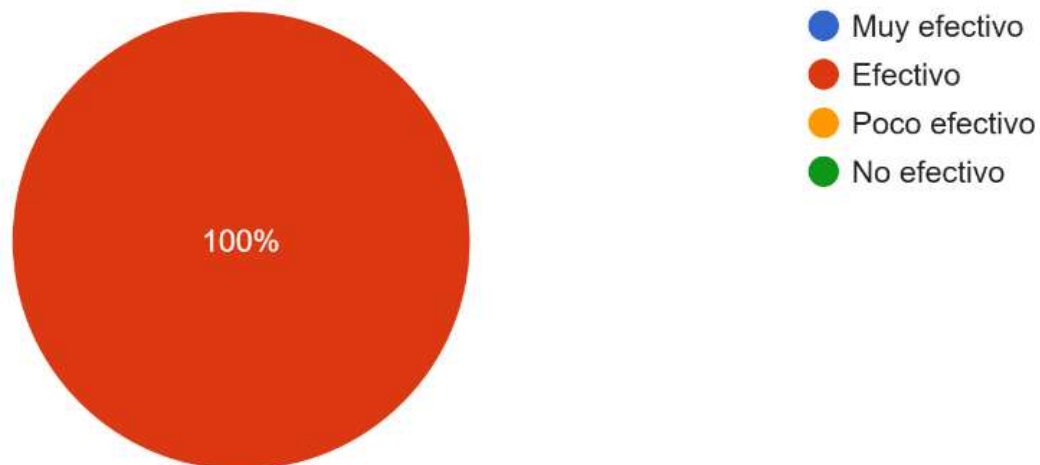
Efectividad del mantenimiento preventivo aplicado

	FACTORES	
Muy efectivo	0	0
Efectivo	10	10
Poco Efectivo	0	0
No Efectivo	0	0
Total	10	100.0

Nota. Encuesta desarrollada

Figura 7

Efectividad del mantenimiento preventivo aplicado





INTERPRETACIÓN

En la tabla y figura 4, relacionado con la efectividad del mantenimiento preventivo aplicado a las maquinarias pesadas, refleja unanimidad en las respuestas: el 100% de los encuestados considera que dicho mantenimiento es "Efectivo". Este resultado sugiere que el enfoque preventivo, aunque no es el único tipo de mantenimiento utilizado, ha mostrado resultados positivos en términos de su capacidad para reducir el impacto de las fallas y asegurar cierto nivel de operatividad en las maquinarias.

Este dato es relevante para las hipótesis planteadas, especialmente para la relacionada con los sistemas de mantenimiento y su influencia en la disponibilidad operativa. El personal puede ver que las cosas funcionan bien cuando las rutinas predictivas y preventivas se ponen en práctica de manera organizada, lo que hace que las personas se dediquen bastante a mantener el equipo en buen estado.

Dimensión 2: Análisis de Fallas

4. ¿Realizan un análisis de criticidad de las maquinarias para priorizar las reparaciones?

Tabla 5

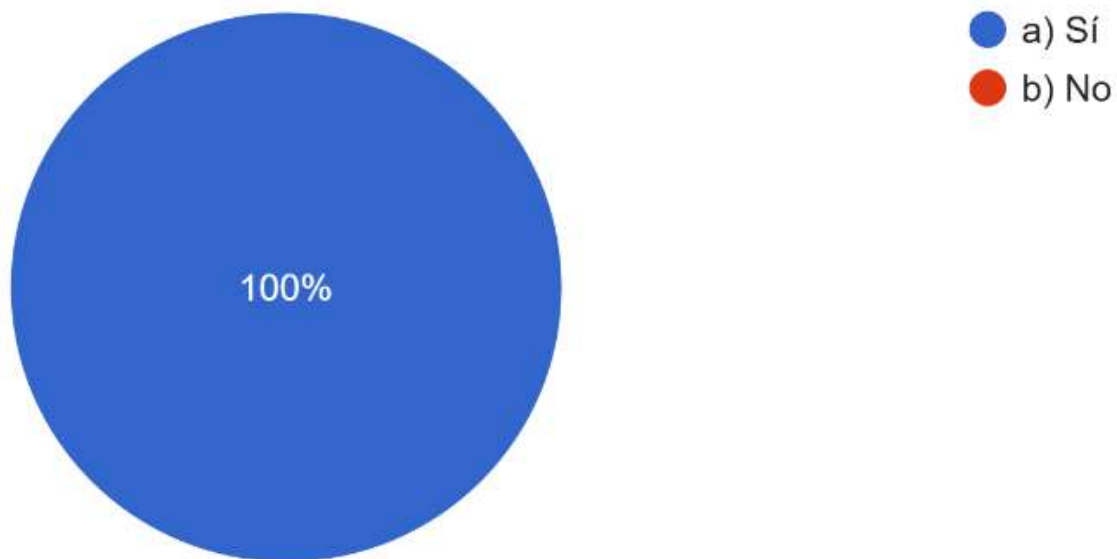
Análisis de criticidad de las maquinarias

	FACTORES	
Si	10	100
No	0	0
Total	10	100.0

Nota. Encuesta desarrollada

Figura 8

Análisis de criticidad de las maquinarias





INTERPRETACIÓN

La Tabla y la Figura 5 ilustran cómo se analiza la maquinaria a fondo mediante el análisis de criticidad para determinar qué debe repararse primero, y los resultados son sorprendentes: todos los encuestados afirman aplicar este tipo de análisis. (ALTO) Parece que esto apunta a una forma bastante metódica de gestionar el mantenimiento y detectar fallos, ya que comprobar la criticidad ayuda a determinar qué piezas son realmente débiles o cruciales para que el equipo siga funcionando. (BAJO)

Este resultado está prácticamente directamente relacionado con la idea de que investigar a fondo las fallas afecta la disponibilidad de las máquinas para su uso. (MEDIO) El hecho de que tantos utilicen el análisis de criticidad demuestra profesionalismo y un enfoque serio en las áreas que necesitan reparación rápida, lo que ayuda a gestionar mejor los recursos y a reducir el tiempo medio de reparación (MTTR).

5. ¿Qué método se utiliza para analizar las fallas de las maquinarias?

Tabla 6

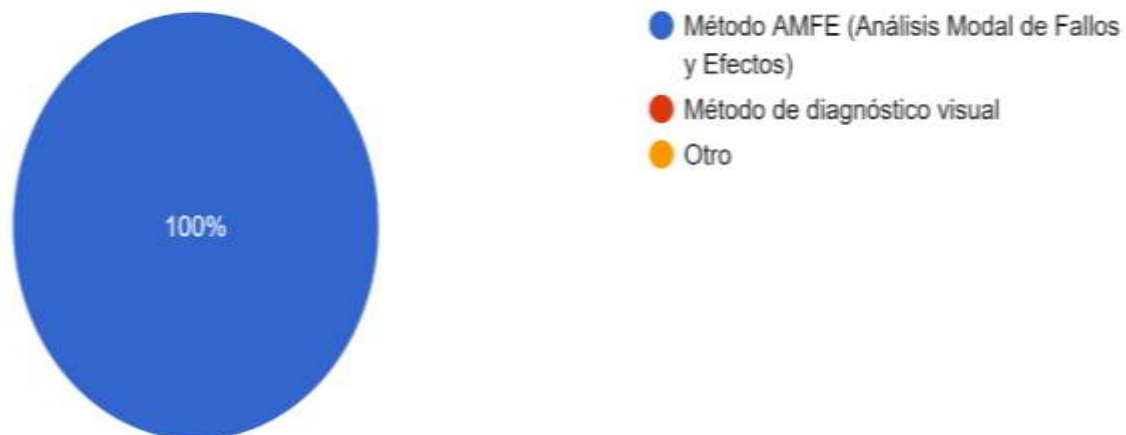
Fallas de las maquinarias

	FACTORES	
Método AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos)	10	100
Método de diagnóstico visual	0	0
Otro	0	0
Total	10	100.0

Nota. Encuesta desarrollada

Figura 9

Fallas de las maquinarias





INTERPRETACIÓN

En la Tabla 6 y la Figura 6, todos los encuestados afirman su confianza en el método FMEA (Análisis de Modos de Fallo y Efectos), aunque nadie menciona el uso del diagnóstico visual ni otras alternativas.

Parece que elegir el FMEA apunta a una forma técnica y sistemática de determinar y evaluar futuras fallas. Se comenta que este método destaca por mostrar cómo desglosar posibles fallas incluso antes de que ocurran, analizar sus efectos, evaluar la frecuencia con la que podrían afectar y, a continuación, clasificar las soluciones más importantes. Supongo que esto coincide con el objetivo de mantener la maquinaria funcionando con la máxima disponibilidad, tal como se plantea en las hipótesis principal y específica.

6. ¿Con qué frecuencia se producen fallas en las maquinarias?

Tabla 7

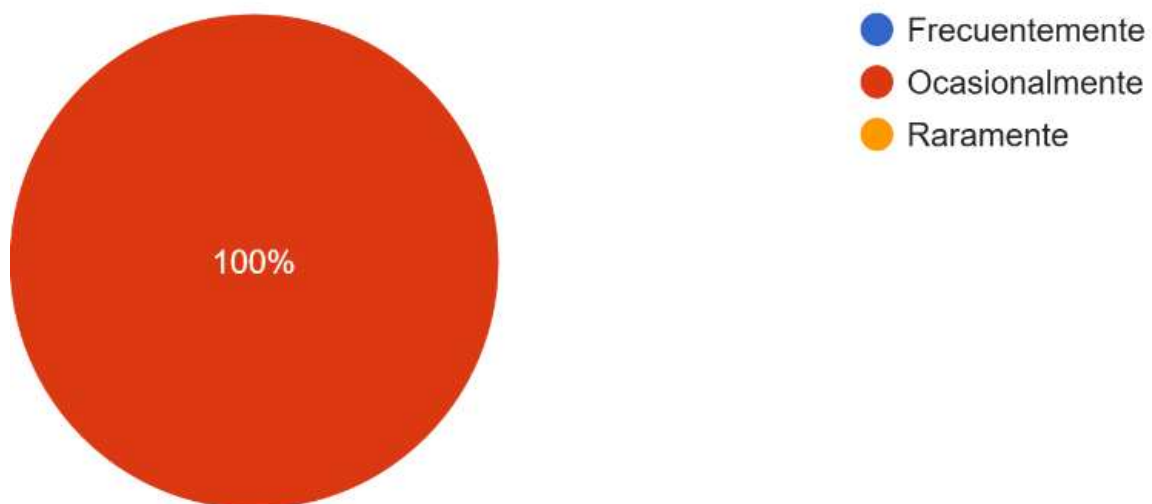
Frecuencia de fallas en las maquinarias

	FACTORES	
Frecuentemente	0	0
Ocasionalmente	10	100
Raramente	0	0
Total	10	100.0

Nota. Encuesta desarrollada

Figura 10

Frecuencia de fallas en las maquinarias





INTERPRETACIÓN

En la tabla y figura 7, Abordan la frecuencia con la que se producen fallas en las maquinarias pesadas. Los resultados muestran que el 100% de los encuestados considera que estas fallas ocurren ocasionalmente, mientras que no se reporta que las fallas sean frecuentes o raras.

Este dato es relevante porque refleja que, aunque las fallas no son constantes, tampoco son suficientemente esporádicas como para ser consideradas mínimas. Esto indica que las maquinarias experimentan un nivel moderado de desgaste o problemas técnicos, posiblemente debido a las condiciones de operación o a la naturaleza misma de los equipos.

En relación con las hipótesis, esta frecuencia ocasional de fallas está directamente vinculada al estado actual de las maquinarias y a los sistemas de mantenimiento implementados.

7. ¿Cuáles son las fallas más comunes que afectan a las maquinarias pesadas?

Tabla 8

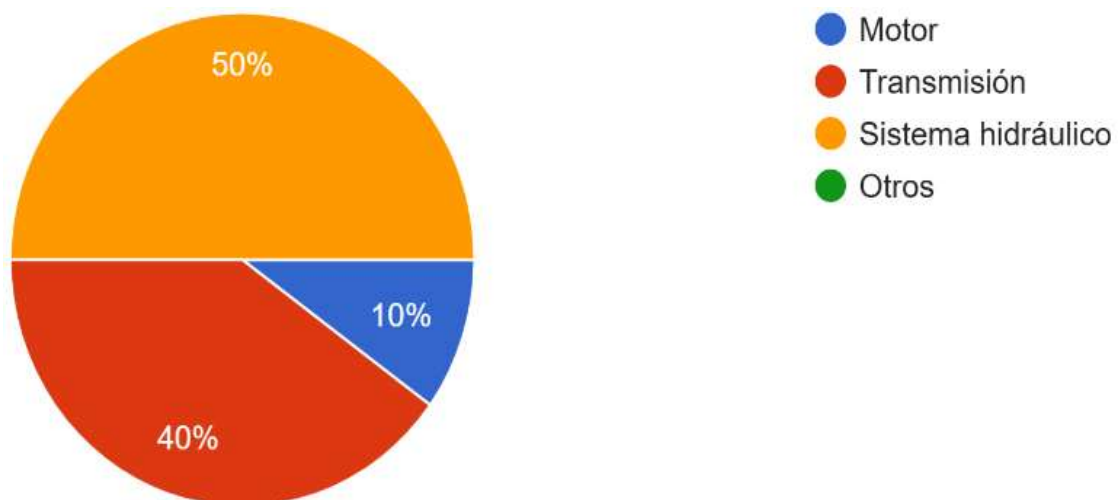
Fallas más comunes que afectan a las maquinarias

	FACTORES	
Motor	1	10
Transmisión	4	40
Sistema Hidráulico	5	50
Otros	0	0
Total	10	100.0

Nota. Encuesta desarrollada

Figura 11

Fallas más comunes que afectan a las maquinarias





INTERPRETACIÓN

En la tabla y figura 8, presentan los datos sobre las fallas más comunes que afectan a las maquinarias pesadas. Los resultados indican que el sistema hidráulico es el componente más problemático, representando el 50% de las fallas, seguido por las fallas en la transmisión, con un 40%. Solo un 10% de las fallas se atribuyen al motor, mientras que no se reportaron problemas en otros componentes. Estos datos destacan la importancia de priorizar los sistemas hidráulicos y de transmisión en los programas de mantenimiento, dado que juntos abarcan el 90% de las fallas reportadas. Estos hallazgos refuerzan la influencia del análisis de fallas y los sistemas de mantenimiento en la disponibilidad operativa de las maquinarias.

Variable dependiente: Disponibilidad de las Maquinarias Pesadas

Dimensión 1: Fiabilidad

8. ¿Cuál es el tiempo promedio entre fallas (MTBF) para las maquinarias?

Tabla 9

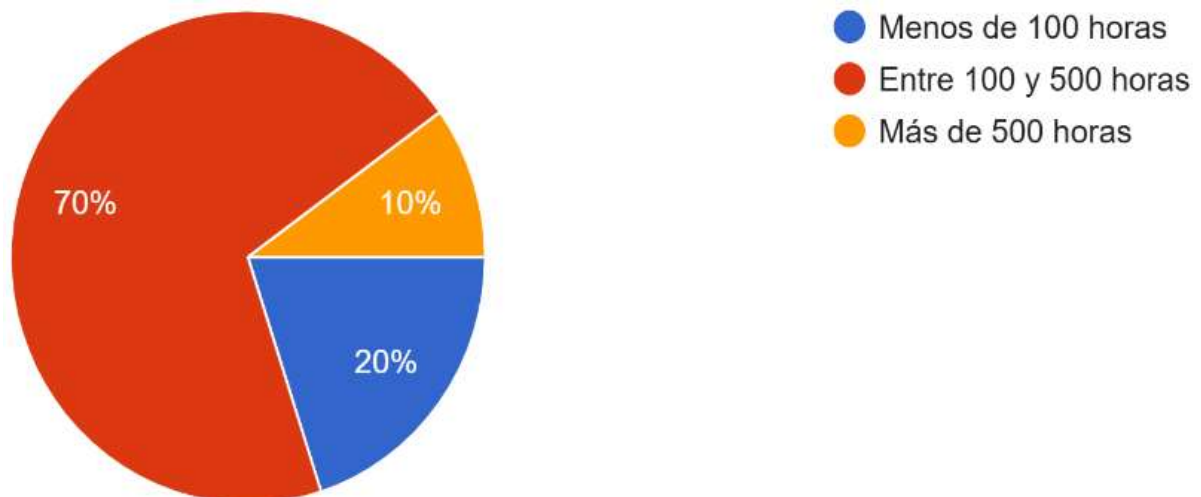
Tiempo promedio entre fallas (MTBF) para las maquinarias

	FACTORES	
Menos de 100 horas	2	20
Entre 100 y 500 horas	7	70
Más de 500 horas	1	10
Total	10	100.0

Nota. Encuesta desarrollada

Figura 12

Tiempo promedio entre fallas (MTBF) para las maquinarias





INTERPRETACIÓN

En la tabla y figura 9, presentan el tiempo promedio entre fallas (MTBF) para la maquinaria pesada. Los datos muestran que la mayoría de las maquinarias (70%) tienen un MTBF de entre 100 y 500 horas, mientras que un 20% se encuentra en el rango de menos de 100 horas. Solo un 10% logra superar las 500 horas entre fallas. Estos resultados indican que la mayoría de las maquinarias presentan una fiabilidad moderada, pero una proporción significativa tiene tiempos entre fallas relativamente cortos (menos de 100 horas), lo cual puede impactar negativamente en la continuidad de las operaciones. El pequeño porcentaje que supera las 500 horas entre fallas refleja que algunos equipos, probablemente mejor mantenidos o menos exigidos, tienen un desempeño superior.

9. ¿En qué medida las fallas afectan la operatividad de las maquinarias?

Tabla 10

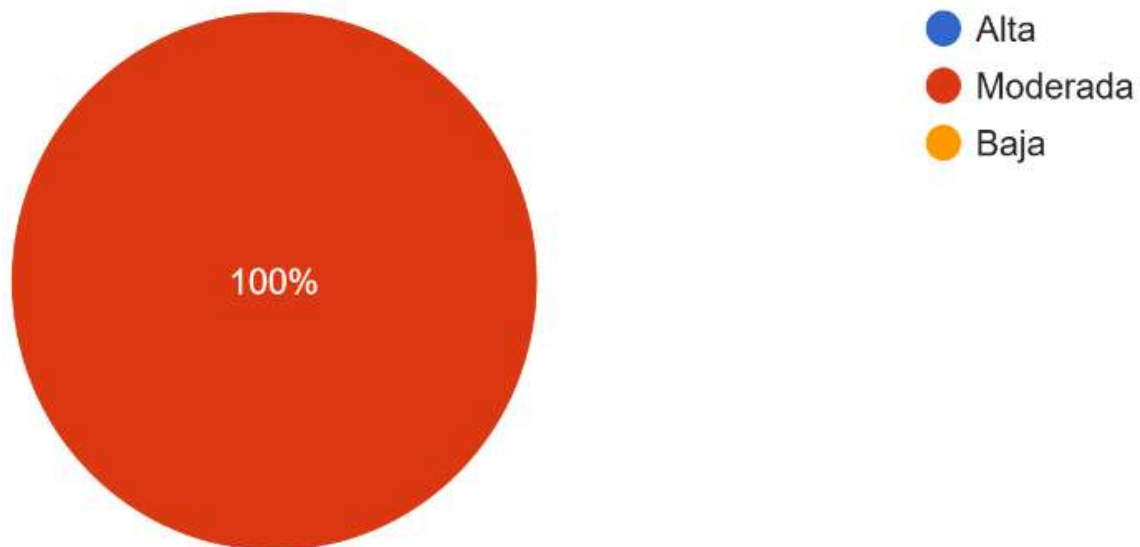
Medida de fallas que afectan la operatividad de las maquinarias

	FACTORES	
Alta	0	0
Moderada	10	100
Baja	0	0
Total	10	100.0

Nota. Encuesta desarrollada

Figura 13

Medida de fallas que afectan la operatividad de las maquinarias





INTERPRETACIÓN

En la tabla y figura 10, muestran que el impacto de las fallas en la operatividad de las maquinarias es moderado para el 100% de los encuestados. Esto indica que, aunque las fallas no paralizan completamente las operaciones, generan interrupciones significativas que afectan el rendimiento global.

Dimensión 2: Mantenimiento

10. ¿Cuál es el tiempo promedio para reparar una máquina (MTTR)?

Tabla 11

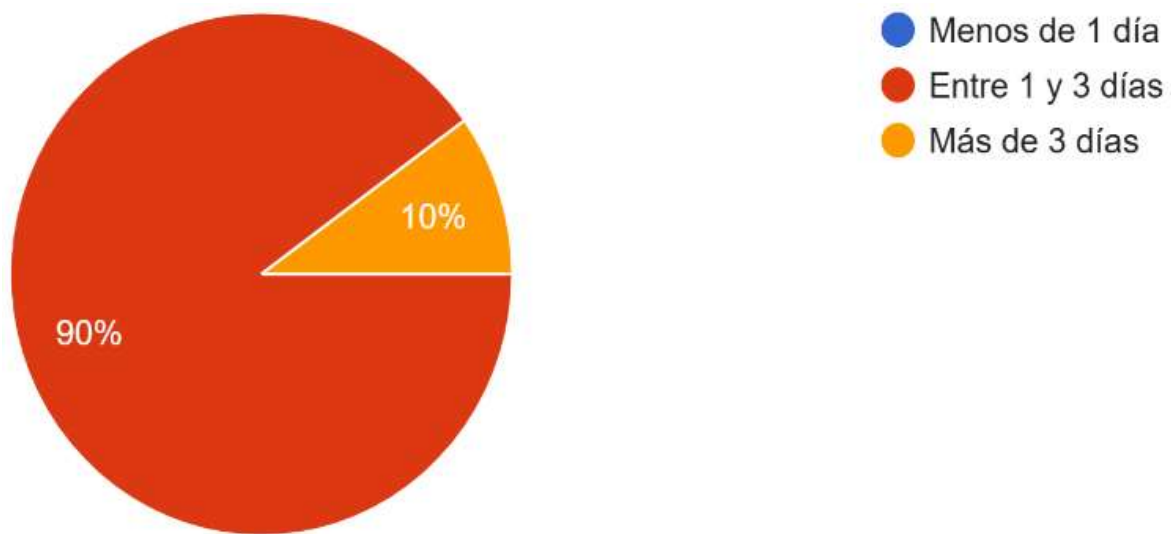
Tiempo promedio para reparar una máquina

	FACTORES	
Menos de 1 día	0	0
Entre 1 y 3 días	9	90
Más de 3 días	1	10
Total	10	100.0

Nota. Encuesta desarrollada

Figura 14

Tiempo promedio para reparar una máquina





INTERPRETACIÓN

En la tabla y figura 11, muestran que el tiempo promedio para reparar una máquina (MTTR) es de entre 1 y 3 días para el 90% de los encuestados, mientras que un 10% reporta tiempos de reparación de más de 3 días. No se registran reparaciones en menos de un día. Los datos reflejan que, aunque el tiempo de reparación es relativamente manejable, la duración promedio aún puede afectar la disponibilidad operativa de las maquinarias, especialmente en casos críticos. Reducir estos tiempos debería ser una prioridad para minimizar los impactos en las operaciones.

11. ¿En qué medida los tiempos de reparación afectan la disponibilidad de las maquinarias?

Tabla 12

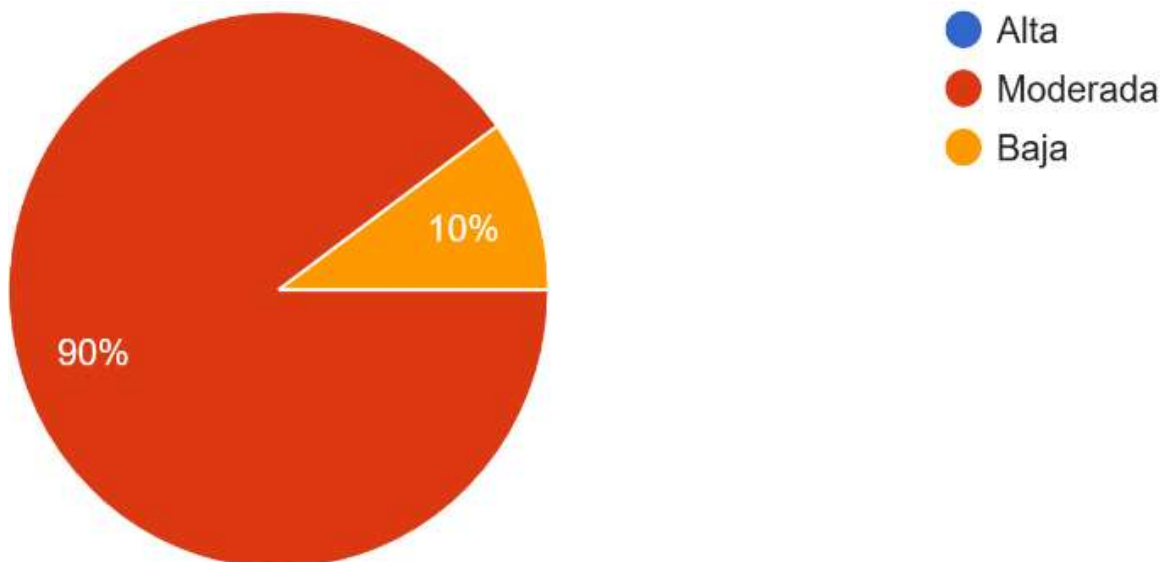
Medida de tiempos de reparación que afectan la disponibilidad de las maquinarias

	FACTORES	
Alta	0	0
Moderada	9	90
Baja	1	10
Total	10	100.0

Nota. Encuesta desarrollada

Figura 15

Medida de tiempos de reparación que afectan la disponibilidad de las maquinarias





INTERPRETACIÓN

En la tabla y figura 12, muestran que los tiempos de reparación afectan moderadamente la disponibilidad de las maquinarias para el 90% de los encuestados, mientras que solo un 10% considera que tienen un impacto bajo. Sugiere que, aunque las reparaciones no son un factor crítico en todos los casos, sí influyen significativamente en la operatividad general de las maquinarias.



4.2 Discusión de resultados

DISCUSION GENERAL DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir de las tablas presentadas ofrecen una visión integral del estado actual de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno y su incidencia en la disponibilidad operativa. Los resultados apoyan la hipótesis general, ya que se observa una clara relación entre el estado de mantenimiento de las maquinarias y su disponibilidad operativa. El uso de mantenimiento preventivo y predictivo, junto con un análisis de fallas detallado, permite identificar áreas críticas que, aunque no son constantes, afectan la disponibilidad de las maquinarias. Las máquinas a veces se paran por un tiempo, desde uno hasta tres días, debido a problemas típicos en las configuraciones hidráulicas y de transmisión, a pesar de recibir mantenimiento continuo. El equipo colabora para realizar el análisis vital y utiliza el análisis FMEA, que parece ser la mejor opción para predecir problemas y determinar las soluciones más importantes, aunque implementar las soluciones con firmeza podría ser mucho más rápido.

FACTORES OPERATIVOS Y EXIGENCIAS DE USO

El uso de la maquinaria pesada y los desafíos que enfrenta la Municipalidad Provincial de Puno dependen en gran medida de su estado y de su disponibilidad para el trabajo. Las máquinas que recorren terrenos accidentados, transportan cargas enormes o se enfrentan a condiciones climáticas adversas sufren un desgaste excesivo, lo que aumenta el riesgo de averías. Todo esto es fundamental para la investigación, ya que influye en la vida útil de las piezas y en la eficacia de las estrategias de mantenimiento elegidas. El estudio concluye que los sistemas hidráulicos (con un 50%) y las unidades de



transmisión (con un 40%) son los más propensos a fallar. Estas piezas, en particular, se ven muy afectadas por las condiciones adversas: el trabajo continuo con cargas pesadas o el rebote en terrenos irregulares las deja muy expuestas a fallos. Parece que los problemas constantes que enfrentan estos sistemas están directamente relacionados con la exigencia del trabajo y, sinceramente, incluso con todo el mantenimiento preventivo y predictivo implementado, las máquinas siguen sufriendo debido al exigente entorno en el que trabajan.

La idea de que el buen funcionamiento de las máquinas afecta su disponibilidad se ve definitivamente reforzada por este factor. Las condiciones de operación influyen en el grado de desgaste y la probabilidad de avería de la maquinaria, lo que determina directamente si realmente puede cumplir su función. Sin embargo, si bien el mantenimiento predictivo y preventivo se esfuerza por reducir dicho desgaste, las condiciones en las que funcionan las máquinas son un factor importante que influye en la eficacia del mantenimiento y en la disponibilidad de los equipos.

FACTOR DE CAPACITACIÓN Y EXPERIENCIA DEL PERSONAL

La capacitación y la experiencia del equipo son fundamentales para garantizar que las tareas de mantenimiento se realicen correctamente y, por lo tanto, para mantener la maquinaria lista para funcionar en todo momento. Los datos muestran que el 90 % de los operadores han trabajado en el mantenimiento de maquinaria pesada entre 5 y 7 años, lo que significa que este equipo tiene un sólido dominio de la gestión y reparación de los equipos. Supongo que esa experiencia facilita la detección temprana de fallas, el correcto



funcionamiento de los sistemas de mantenimiento y la identificación eficaz de los problemas.

Pero aquí está el problema: incluso con personal capacitado, la maquinaria aún presenta averías ocasionales, especialmente en sistemas vitales como el hidráulico y la transmisión. Parece que el conocimiento del personal ayuda, aunque no elimina por completo todos los problemas operativos.

La hipótesis inicial afirma que "el sistema de mantenimiento de la maquinaria pesada de la Municipalidad Provincial de Puno influye significativamente en su disponibilidad operativa", lo que está estrechamente vinculado a la capacitación y experiencia del personal. Supongo que contar con operadores capacitados y con experiencia práctica es fundamental para garantizar que el sistema de mantenimiento funcione correctamente y que el equipo reciba el cuidado que necesita. Además, aunque el mantenimiento preventivo y predictivo esté en marcha, esas fallas persistentes indican posibles deficiencias en la capacitación del personal, tal vez en la aplicación de nuevas tecnologías o simplemente en la realización de un mantenimiento más rutinario.

FACTOR DE DISPONIBILIDAD DE RECURSOS Y TECNOLOGÍA PARA MANTENIMIENTO

Contar con suficientes recursos y tecnología no solo es importante, sino que es absolutamente vital para el funcionamiento de un sistema de mantenimiento, especialmente para maquinaria grande como la que utiliza la Municipalidad Provincial de Puno. Si bien el equipo de mantenimiento cuenta con amplia experiencia y aplica estrategias tanto preventivas como predictivas, el estudio señala una limitación real: contar con los recursos adecuados podría limitar la eficacia de estos sistemas.



Un detalle realmente sorprendente de la investigación es que, incluso con un mantenimiento regular de la maquinaria, siguen surgiendo problemas en áreas críticas como el sistema hidráulico y la transmisión, lo que dificulta su correcto funcionamiento. Estos fallos probablemente se deban a la falta de disponibilidad de repuestos con la suficiente rapidez, lo que prolonga las reparaciones y los tiempos de inactividad. Además, cuando no se dispone de suficientes herramientas específicas o de la tecnología de diagnóstico más avanzada, es bastante difícil para el equipo identificar fallas con rapidez o precisión, lo que prolonga aún más los plazos de reparación.

Los estudios confirman que los tiempos de reparación, que suelen ser de entre 1 y 3 días, siguen siendo un verdadero problema, ya que afectan la disponibilidad de las máquinas para el trabajo. Aunque las averías son poco frecuentes, cuando afectan a componentes vitales, se producen tiempos de inactividad que, si no se gestionan con inteligencia, pueden afectar el funcionamiento del sistema. Parece que la escasez de equipos necesarios y la necesidad de mejores sistemas de monitorización significan una cosa: si se quieren máquinas listas, tener a mano repuestos, las herramientas adecuadas y tecnología nueva es clave para obtener reparaciones rápidas y minimizar los problemas que causan las averías.

Este factor de recursos y tecnología es ampliamente reconocido en la literatura especializada. Según Keith Mobley, experto en mantenimiento predictivo, la disponibilidad inmediata de repuestos y la implementación de tecnologías de diagnóstico avanzadas son esenciales para reducir significativamente los tiempos de inactividad y mejorar la fiabilidad de los equipos. Incluso los programas de mantenimiento más sólidos pueden verse



obstaculizados por no disponer de la infraestructura suficiente, como repuestos o la tecnología adecuada, que es exactamente lo que esta investigación demuestra en sus conclusiones. Sin una mejora en estos recursos, la capacidad del sistema de mantenimiento para mantener la operatividad de las maquinarias al máximo nivel seguirá viéndose comprometida.



CONCLUSIÓN

PRIMERA: El estudio confirma que el estado actual de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno influye significativamente en su disponibilidad operativa, como indica la hipótesis general. Aunque se aplican sistemas de mantenimiento preventivo y predictivo y se realiza un análisis de fallas con el método AMFE, las fallas ocasionales en los sistemas hidráulicos y de transmisión y los tiempos de reparación de entre 1 y 3 días siguen afectando la operatividad.

SEGUNDA: Los resultados del estudio confirman la primera hipótesis específica. Se observa que, aunque las maquinarias reciben mantenimiento preventivo y predictivo, y se realizan análisis de fallas utilizando el método AMFE, las fallas en componentes críticos como los sistemas hidráulicos y de transmisión continúan ocurriendo con cierta frecuencia. Además, los tiempos de reparación de entre 1 y 3 días impactan moderadamente la disponibilidad operativa.

TERCERA: Los resultados del estudio confirman la segunda hipótesis específica. El análisis de fallos, realizado mediante el método FMEA y el análisis de criticidad, ha permitido priorizar las reparaciones y anticipar los problemas, lo que repercute positivamente en la disponibilidad operativa de la maquinaria. Sin embargo, si bien este análisis es crucial para la gestión de fallos, las averías ocasionales en componentes clave, como los sistemas hidráulico y de transmisión, junto con los tiempos de reparación moderados, siguen afectando la disponibilidad operativa.



RECOMENDACIÓN

PRIMERA: Comience a realizar un mantenimiento preventivo con un cronograma más estricto y profundo, especialmente para aquellas partes que siempre parecen averiarse, como los sistemas hidráulicos y de transmisión.

SEGUNDA: Acelere el tiempo de reparación mediante procesos más eficientes y capacitando periódicamente al personal en reparaciones rápidas. Si reduce el tiempo de inactividad de los equipos, podría observar un aumento considerable en las operaciones, con menos problemas y una recuperación más rápida de la maquinaria.

TERCERA: Continúe ampliando el análisis de fallos para monitorizar constantemente las tendencias de los equipos y las condiciones de funcionamiento en tiempo real. Si combina la monitorización inteligente en línea con tecnología de diagnóstico temprano, será más fácil detectar problemas antes de que surjan problemas, lo que le permitirá realizar reparaciones con mayor rapidez y reducir las averías recurrentes. Todo esto significa que las máquinas funcionarán con mayor fluidez y estarán listas para funcionar con mayor frecuencia.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camacho, J. C., & Castillo, J. C. en su tesis "El mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grupo Sarmiento S.R.L. Cajamarca, Perú, 2022". (*Tesis de pregrado*). Universidad César Vallejo, Chepén – Perú.
- Catacora, J. C. en su tesis titulado "Rendimiento efectivo y rendimiento esperado de la maquinaria de C y M Vizcarra en la mina San Rafael, San Román, Juliaca, Puno". (*Tesis de pregrado*). Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua - Perú.
- Díaz, R. (2021). *Mantenibilidad en maquinaria industrial pesada*. México: Editorial Técnica.
- García, J. (2020). *Mantenimiento predictivo y análisis de fallas*. . Bogotá: Ediciones Industriales.
- García, M., & Ramírez, J. (2020). *Mantenimiento y gestión de maquinaria pesada*. . Editorial Técnica.
- GEO Tutoriales. (2015, octubre 7). *Tasa de falla y tiempo medio entre fallas (MTBF)*. Gestión de Operaciones.
- Gómez, M. (2022). *Estrategias de análisis de fallas para maquinaria pesada*. Lima - Perú: Ingeniería y Gestión Editorial.
- González, L., & Herrera, C. (2021). *Fiabilidad y mantenimiento en equipos pesados*. Santiago de Chile: Editorial Técnica.
- Gutierrez, E. W. en su tesis titulado "Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en una municipalidad". (*Tesis de pregrado*). Universidad Privada del Norte, Trujillo - Perú.



- Huaman, R. E. realizó la investigación titulada “Implementación de un plan de mantenimiento de las maquinarias pesadas para incrementar la disponibilidad, en la municipalidad de Acobamba – Tarma”. (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo – Perú.
- López, F. (2022). *estrategias de mantenimiento para mejorar la disponibilidad operativa*. Lima - Perú: Ingeniería y Gestión Editorial.
- López, P., & Díaz, S. (2022). *Gestión operativa de equipos industriales*. Lima - Perú.
- Martínez, J. (2020). *Mantenimiento y análisis de fallas en maquinaria pesada*. Bogotá: Ediciones Industriales.
- Mata, D., Aller, J. M., & Bueno, A. (2008). Análisis probabilístico del mantenimiento predictivo y correctivo de máquinas eléctricas rotativas en una planta trefiladora. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 12(49), 51–60.
- Ordoñez, E. M. en su tesis “Estudio de la gestión de mantenimiento en ml servicios y su incidencia en la disponibilidad de la maquinaria pesada”. (*Tesis de pregrado*). Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato-Ecuador.
- Pérez, A. (2020). *Monitoreo y fiabilidad en maquinaria industrial*. Bogotá: Ediciones Industriales.
- Pérez, J. (2020). *Optimización de disponibilidad en maquinaria pesada*. . Bogotá: Ediciones Industriales.
- Ramírez, C., & Torres, L. (2021). *Análisis de fallas en sistemas industriales*. México: Editorial Técnica.
- Rodríguez, L. (2020). *Principios de mantenibilidad para equipos pesados*. Bogotá: Ediciones Industriales.



- Ruiz, P. (2022). *Optimización de la fiabilidad en operaciones mineras*. . Lima - Perú: Ingeniería y Gestión Editorial.
- Sánchez, R., & Rodríguez, M. (2021). *Gestión de disponibilidad en equipos industriales*. . México: Editorial Técnica.
- Secaira, A. O. en su tesis titulado "Estudio del estado actual del equipo caminero del gobierno autónomo descentralizado municipal del Cantón Quero y su incidencia en la Disponibilidad". (*Tesis de pregrado*). Universidad Técnica de Amba, Ambato – Ecuador.
- Torres, R. (2021). *Mantenimiento y rendimiento en maquinaria pesada*. Editorial Ingeniería Moderna.
- Vargas, M., & Salazar, P. (2021). *Gestión de mantenimiento en maquinaria pesada*. . Lima: Editorial Técnica.
- Vazquez, C. (2022). *Gestión de la mantenibilidad en equipos de alto rendimiento*. Perú: Ingeniería y Gestión Editorial.



ANEXOS



MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO, 2024

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	Metodología
<p>Problema General: ¿Cómo influye el estado actual de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno en su disponibilidad operativa durante el año 2024?</p> <p>Problemas específicos PE1.- ¿Cómo influye el sistema de mantenimiento de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno en su disponibilidad operativa durante el año 2024? PE2.- ¿Cómo influye el análisis de fallas de las maquinarias pesadas de</p>	<p>Objetivo general Analizar la influencia del estado actual de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno en su disponibilidad operativa durante el año 2024</p> <p>Objetivos específicos OE1.- Evaluar la influencia del sistema de mantenimiento de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno en su disponibilidad operativa. OE2.- Analizar la influencia del análisis de fallas de las maquinarias pesadas de la</p>	<p>Hipótesis general El estado actual de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno influye significativamente en su disponibilidad operativa durante el año 2024.</p> <p>Hipótesis específicas HE1.- El sistema de mantenimiento de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno influye significativamente en su disponibilidad operativa durante el año 2024.</p>	<p>Variable independiente Estado actual de las maquinarias pesadas</p> <p>Variable dependiente Disponibilidad</p>	<p>Sistemas de mantenimiento. Análisis de fallas.</p> <p>Fiabilidad</p> <p>Mantenibilidad</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo Diseño: No experimental Transversal Tipo: Aplicada Población: La población en esta investigación está constituida por la totalidad de las maquinarias pesadas (90 equipos) Muestra: La muestra se conformará con un número de maquinarias seleccionadas de acuerdo con los</p>



<p>la Municipalidad Provincial de Puno en su disponibilidad operativa durante el año 2024?</p>	<p>Municipalidad Provincial de Puno en su disponibilidad operativa.</p>	<p>HE2.- El análisis de fallas de las maquinarias pesadas de la Municipalidad Provincial de Puno influye significativamente en su disponibilidad operativa durante el año 2024.</p>			<p>criterios de inclusión previamente establecidos. Se escogerán 10 maquinarias pesadas</p> <p>Técnica: Observación directa: Análisis documental:</p> <p>Instrumento: Fichas de observación. Cuestionarios.</p>
--	---	---	--	--	---



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

TÍTULO: ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO, 2024

AUTOR DEL INSTRUMENTO: FIDEL NINA TAPIA

EXPERTO/NOMBRES Y APELLIDOS:.....

PROFESIÓN:..... TÉCNICO.....

CARGO ACTUAL:..... TALLER - MECÁNICO.....

GRADO ACADÉMICO:..... TÉCNICO - SUPERIOR.....

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: CUESTIONARIO

II. ASPECTOS A VALIDAR

Estimado (a) especialista, agradeciendo anticipadamente su gentil colaboración se le pide que luego de un riguroso análisis de los ítems del instrumento, se sirva a marcar con un aspa (x) en el casillero que cree conveniente de acuerdo con su criterio y experiencia profesional, después de revisar el instrumento, es valioso su opinión y sugerencias:

ASPECTOS A EVALUAR	DESCRIPCIÓN	Deficiente	Regular	Bueno	Muy buena	Excelente
1. CLARIDAD	Está redactado con lenguaje apropiado					
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en capacidad obsérvalos					
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica de los ítems con las variables					
5. SUFICIENCIA	Valora las dimensiones en cantidad y calidad suficiente					



6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para cumplir los objetivos de la investigación					
7. CONSISTENCIA	Están basadas en aspectos teóricos y científicos					
8. COHERENCIA	Existe relación entre las preguntas e indicadores					
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación					
10. PERTINENCIA	El instrumento es útil y oportuno para la investigación					

Coeficiente de valorización porcentual, $C = \text{Total}/50 = \underline{\hspace{2cm}} =$

III. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

.....

IV. RESOLUCIÓN

- a) Aprobado $(C \geq 75\% = 0.75)$
- b) Desaprobado $(C < 75\% = 0.75)$

Lugar y fecha:..... Puno - Puno 08 - 05 - 2025.....

.....
FIRMA DEL EXPERTO

DNI, N°.....42619597.....

N° Cel.:.....984238424.....



**UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

El propósito de este cuestionario es recopilar información confidencial, la cual será utilizada para desarrollar el trabajo de investigación titulado: ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO, 2024. La información que proporcionará será utilizada exclusivamente con fines académicos e investigativos. Agradecemos de antemano su colaboración.

Datos generales del entrevistado:

1. Nombre del entrevistado: PAUL CESAR EDGUE VILCA
2. Cargo/Responsabilidad: MECANICO - TALLER
3. Años de experiencia en mantenimiento de maquinaria pesada: 8 AÑOS
4. Unidad/Departamento: puno

VARIABLE INDEPENDIENTE: Estado Actual de las Maquinarias Pesadas

Dimensión 1: Sistemas de Mantenimiento

1. ¿Qué tipos de mantenimiento se aplican a las maquinarias?

- a) Correctivo
- b) Preventivo
- c) Predictivo

Respuesta: (B)

2. ¿Con qué frecuencia se realiza el mantenimiento de las maquinarias?

- a) Diario
- b) Semanal
- c) Mensual



c) Mensual

d) Anual

Respuesta: ____ (B) ____

3. ¿Cómo calificaría la efectividad del mantenimiento preventivo aplicado?

a) Muy efectivo

b) Efectivo

c) Poco efectivo

d) No efectivo

Respuesta: ____ (B) ____

Dimensión 2: Análisis de Fallas

4. ¿Realizan un análisis de criticidad de las maquinarias para priorizar las reparaciones?

a) Sí

b) No

Respuesta: ____ SI ____

5. ¿Qué método se utiliza para analizar las fallas de las maquinarias?

a) Método AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos)

b) Método de diagnóstico visual

c) Otro (especificar) _____

Respuesta: ____ (A) ____

6. ¿Con qué frecuencia se producen fallas en las maquinarias?

a) Frecuentemente

b) Ocasionalmente



c) Raramente

Respuesta: ____ (C) ____

7. ¿Cuáles son las fallas más comunes que afectan a las maquinarias pesadas?

- a) Motor
- b) Transmisión
- c) Sistema hidráulico
- d) Otros (especificar) _____

Respuesta: ____ (C) ____

Variable dependiente: Disponibilidad de las Maquinarias Pesadas

Dimensión 1: Fiabilidad

8. ¿Cuál es el tiempo promedio entre fallas (MTBF) para las maquinarias?

- a) Menos de 100 horas
- b) Entre 100 y 500 horas
- c) Más de 500 horas

Respuesta: ____ (B) ____

9. ¿En qué medida las fallas afectan la operatividad de las maquinarias?

- a) Alta
- b) Moderada
- c) Baja

Respuesta: ____ (A) ____



Dimensión 2: Mantenimiento

10. ¿Cuál es el tiempo promedio para reparar una máquina (MTTR)?

- a) Menos de 1 día
- b) Entre 1 y 3 días
- c) Más de 3 días

Respuesta: _____(B)_____

11, ¿En qué medida los tiempos de reparación afectan la disponibilidad de las maquinarias?

- a) Alta
- b) Moderada
- c) Baja

Respuesta: ____(A)_____



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 17 - 11 - 2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: FIDEL NINA TAPIA

Dirección: AV. PANAMERICANA 402

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 74880112

Teléfono: 917215843 email: ninatapiafidel@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Asesor: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación [] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [] Trabajo Académico []

Título: ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LAS

MAQUINARIAS PESADAS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO, 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): seguridad laboral, prevención de accidentes, gestión de riesgos, salud ocupacional.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV 1, 2?

1 Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

2 Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia,

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18

Firma de Autor



huella digital

13 - 11 - 2025

Fecha