



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRAULICA
MEDIANTE ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE
FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA
PALOMINO DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WALDIR IAN SUCARI MACEDO

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

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA
MEDIANTE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE
FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA
PALOMINO DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WALDIR IAN SUCARI MACEDO

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : _____
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

PRIMER MIEMBRO : _____
Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

SEGUNDO MIEMBRO : _____
Ing. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA

ASESOR DE TESIS : _____
Ing. ERDELI CHUQUIMAMANI ARAPA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 069-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 05 de abril de 2024

VISTOS:

El OFICIO N° 007-2024-D-EPIME-FICP-UANCV del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°050-2024 de fecha 21 de marzo de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA MEDIANTE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Mecánica Eléctrica** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **WALDIR IAN SUCARI MACEDO**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA MEDIANTE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

• Presidente	:	Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
• 1er Miembro	:	Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
• 2do Miembro	:	Ing. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA
• Asesor	:	Ing. ERDELI CHUQUIMAMANI ARAPA

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **WALDIR IAN SUCARI MACEDO**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA MEDIANTE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista** de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : miércoles 10 de abril de 2024
- **HORA** : 09:00
- **LUGAR** : Aula 204 - EPIME

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

10 de Abril 2024
Horevaco
Escuela Profesional



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CI. PURAS
Dr. NOLTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CI. PURAS
Dr. EFRAIN BARRILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95631



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 050-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 21 de marzo de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 032-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Mecánica Eléctrica, **INFORME N° 001-2024-UANCV-FICP-UI-CI** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 851-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **29 de agosto de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **15 de marzo de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el tema titulado: **RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA MEDIANTE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **WALDIR IAN SUCARI MACEDO**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA MEDIANTE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- **Presidente** : **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- **1er Miembro** : **Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO**
- **2do Miembro** : **Ing. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA MEDIANTE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 181-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA MEDIANTE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y:

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO - APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **WALDIR IAN SUCARI MACEDO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA MEDIANTE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

ARTICULO SEGUNDO - RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente externa de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Ing. ERDELI CHUQUIMAMANI ARAPA.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación 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. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
C.I.P. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. EFRAN RAYILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
C.I.P. 95531

cc:
archivo 2024
interesado (2)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 851-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 29 de agosto 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 483-2023-D-UI-FICP-UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 014-2023-UANCV-FICP-UI-CI** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 014-2023-UANCV-FICP-UI-CI** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **17 de agosto de 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, con el tema titulado: **RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA MEDIANTE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **WALDIR IAN SUCARI MACEDO**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA MEDIANTE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- **Presidente** : **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- **1er Miembro** : **Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO**
- **2do Miembro** : **Ing. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA MEDIANTE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **WALDIR IAN SUCARI MACEDO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, con el Tema Titulado: **RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA MEDIANTE ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA.**

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR (A) DE INVESTIGACIÓN** al (a) asesor (a) externa, **Ing. ERDELI CHUQUIMAMANI ARAPA.**

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.

de:
archivo 2023
universidad (4)





RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRÁULICA EN UN TERRENO DE TIPO ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
3	fr.slideshare.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1%
6	vdocumento.com Fuente de Internet	1%
7	1library.co Fuente de Internet	1%
8	idoc.pub Fuente de Internet	1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRAULICA MEDIANTE ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	WALDIR IAN SUCARI MACEDO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72034230
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-0559-7048
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ERDELI CHUQUIMAMANI ARAPA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72230480
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-9123-5363
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02406088
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02393436



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología e Ingeniería Mecánica – P18
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Longitud oeste: -15.481851250200059, - Latitud sur: -70.12075060454241 https://maps.app.goo.gl/Wcd5EnhZcQThGnwf7
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2022 - diciembre 2023
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00 Mecánica aplicada https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Dr. Elrain Carlos Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo WALDIR IAN SUCARI MACEDO, identificado con DNI Nro. 72034230, en mi condición de egresado de:

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

MECÁNICA ELÉCTRICA

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

RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRAULICA MEDIANTE ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA

Asesorado por: Ing. ERDELI CHUQUIMAMANI ARAPA

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, 06 de mayo del 2024


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

A mis padres Flavia y Marco por su apoyo y amor incondicional a quienes quiero y admiro por su fortaleza, perseverancia para seguir adelante a pesar de todas las pruebas que Dios pone en el camino.

A ti papa Matías por el inmenso amor que me diste por cuidar de mí y guiarme sé que donde te encuentres siempre estás conmigo dándome fortaleza para lograr mis metas

A mi hija Luciana y pareja Nohelia por llenar mis días de felicidad con su amor incondicional.

Con amor Waldir Ian Sucari Macedo



AGRADECIMIENTO

Teniendo en cuenta que la gratitud es un valor que engrandece al ser humano y que perdura en el para toda la vida, dejo constancia de mi eterna gratitud a quienes hicieron posible culminar este trabajo de investigación.

Mi principal agradecimiento a "Dios quién me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi director ING. Walter Jacinto Lizarraga Armaza y asesora de tesis ING. Erdeli Chuquimamani Arapa. Por su apoyo, dedicación y confianza y su disponibilidad para la realización de mi trabajo.

A los miembros de jurado MGTR. ING. Salvador Teodoro Valdivia Cardenas y al DR. ING. Benjamin Chuquimamani Quinto Por su disposición para instruirme y compartir conmigo sus conocimientos en la realización y culminación en mi trabajo de investigación.

Agradezco a, mi facultad de ingenierías y ciencias puras escuela profesional de ingeniera mecánica eléctrica y a sus docentes que me enseñaron y prepararon para continuar en el camino de la vida profesional.

Waldir Ian Sucari Macedo.



INDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE	v
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPÍTULO I.

ASPECTOS GENERALES

1.1. Análisis de la situación problemática.....	15
1.2. Planteamiento del Problema	15
1.2.1. Pregunta general	15
1.2.2. Preguntas específicas	16
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo general.....	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Justificación del Estudio	17
1.5. Hipótesis	17
1.5.1. Hipótesis general.....	17
1.5.2. Hipótesis específicas	17
1.6. Variables	18



- 1.6.1. Variables independientes 18
- 1.6.2. Variables dependientes 18
- 1.6.3. Operacionalización de variables 18

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

- 2.1. Antecedentes de la Investigación 19
 - 2.1.1. Antecedentes internacionales 19
 - 2.2.2. Antecedentes nacionales 21
 - 2.2.3. Antecedentes locales 22
- 2.2. Bases teóricas..... 24
 - 2.2.1. Excavadora hidráulica 24
 - 2.2.2. Partes de una excavadora hidráulica..... 25
 - 2.2.3. Piezas y componentes de una excavadora 27
 - 2.2.4. Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) 29
 - 2.2.5. Objetivos del AMEF 29
 - 2.2.6. Preparación del AMEF..... 29
 - 2.2.7. Tipos de AMEF 29

CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTO METODOLOGICO DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1. Tipo de Investigación 35
- 3.2. Nivel de Investigación 35
- 3.3. Población y muestra 36



3.4. Técnicas e instrumentos 36

3.5. Identificación de los componentes de excavadora hidráulica 330DL..... 36

 3.5.1. Motor: 37

 3.4.2. Cabina:..... 37

 3.4.3. Tren de rodaje: 37

 3.4.4. Plumas 38

 3.4.5. Sistema hidráulico 38

 3.4.6. Brazo y cucharón 39

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Disponibilidad de la excavadora hidráulica 330DL 40

 4.1.1. Cálculo de indicador de disponibilidad de la excavadora hidráulica 330DL
 42

4.2. Análisis de modos y efecto de fallas de la excavadora hidráulica 330DL.. 46

4.3. Cálculos de los nuevos indicadores de disponibilidad de la excavadora
hidráulica 330 DL..... 60

4.4. Rendimiento de la excavadora hidráulica 330 DL..... 64

CONCLUSIONES..... 69

RECOMENDACIONES 70

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 71

ANEXOS 73



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de una excavadora hidráulica.....	25
Figura 2. Grado de severidad.....	32
Figura 3. Grado de ocurrencia.....	33
Figura 4. Grado de detección.....	34
Figura 5. Horas detenidas desde Abril – Setiembre del 2023.....	41
Figura 6. Número de paradas desde Abril – Setiembre del 2023.....	41
Figura 7. Disponibilidad de la maquina desde Abril a Setiembre del 2023.....	45
Figura 8. Criterio de severidad.....	48
Figura 9. Criterio de ocurrencia.....	50
Figura 10. Criterio de detección.....	53
Figura 11. Cantidad de subsistemas según grado de criticidad de la excavadora hidráulica 330DL.....	60
Figura 12. Comparación de las disponibilidades de la excavadora hidráulica 330DL.....	63



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	18
Tabla 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
Tabla 3. Especificaciones del motor.....	37
Tabla 4. Especificaciones del sistema hidráulico.....	38
Tabla 5. Horas detenidas y número de paradas.....	40
Tabla 6. Tiempo de operación desde Abril a Setiembre del 2023.....	42
Tabla 7. Tiempo de operación de la excavadora hidráulica.....	43
Tabla 8. Tiempo medio entre fallas.....	43
Tabla 9. Tiempo medio de reparaciones.....	44
Tabla 10. Disponibilidad de la excavadora hidráulica 330DL.....	45
Tabla 11. Sistema y subsistema de la excavadora hidráulica 330DL.....	46
Tabla 12. Severidad de la excavadora hidráulica 330DL.....	49
Tabla 13. Ocurrencia de la excavadora hidráulica 330DL.....	51
Tabla 14. Detección de la excavadora hidráulica 330DL.....	54
Tabla 15. Número de prioridad de riesgo según sistemas de la excavadora hidráulica 330DL.....	57
Tabla 16. Categorización de nivel de criticidad según NPR.....	60
Tabla 17. Subsistema con criticidad inaceptable según NPR.....	61
Tabla 18. Mantenimiento preventivo de la excavadora hidráulica 330DL.....	61
Tabla 19. Tiempo de paradas y número de paradas que se debieron dar desde Abril a Setiembre del 2023.....	62
Tabla 20. Indicadores MTBF y MTTR considerando mantenimiento preventivo según manual.....	62
Tabla 21. Comparación de las disponibilidades calculadas.....	63



Tabla 22. Factor del material (m).....	64
Tabla 23. Factor del cucharón (k).....	65
Tabla 24. Factor de eficiencia de trabajo (E).....	66



RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el rendimiento de una excavadora hidráulica 330 DL mediante el análisis de modos y efecto de fallas de la empresa constructora palomino, se utilizó el método AMEF este establece el número prioritario de riesgo (NPR); para determinar los subsistemas más críticos de la excavadora hidráulica, la excavadora hidráulica labora de lunes a viernes con 7 horas diarias, se realizó el análisis de fallas desde Abril a Setiembre del 2023, donde las horas detenidas es 80 horas y número de paradas 9; posteriormente se realizó la puntuación de criterio de severidad, ocurrencia y detección de los subsistemas de la excavadora hidráulica 330DL, resultando 5 subsistemas de condición inaceptable, se propone la corrección de las fallas por medio del mantenimiento preventivo y una inspección adecuada, con esto se logra aumentar la disponibilidad de la maquinaria en un 5%.

Palabras clave: Rendimiento, excavadora hidráulica, AMEF



ABSTRACT

The objective of this investigate is to appraise the presentation of a 330 DL hydraulic excavator through the analysis of letdown manners and effects of the Palomino construction company. The FMEA method was used to establish the risk priority amount (RPN); To determine the most critical subsystems of the hydraulic excavator, the hydraulic excavator works from Monday to Friday with 7 hours a day, the failure examination was approved out after April to September 2023, where the stopped hours are 80 hours and the number of stops is 9; Subsequently, the criteria score of severity, incidence and detection of the subsystems of the 330DL hydraulic excavator was carried out, resulting in 5 subsystems of unacceptable condition, the correction of the failures is proposed through preventive maintenance and an adequate inspection, with this the increase the availability of machinery by 5%.

Keywords: Performance, hydraulic excavator, FMEA



INTRODUCCIÓN

Desde el momento en que los humanos iniciaron sus actividades de construcción, instintivamente buscaron formas de amplificar su fuerza mediante la utilización de maquinaria básica.

La llegada de la máquina de vapor a finales del siglo XVIII provocó el inicio de la Revolución Industrial, un período trascendental caracterizado por profundos cambios tecnológicos, sociales y económicos. Este movimiento fundamental fue testigo de un cambio sustancial del trabajo humano a operaciones impulsadas por máquinas, lo que permitió la realización de hazañas de ingeniería monumentales en la segunda mitad del siglo XIX. Ejemplos de estos logros notables incluyen la construcción del Canal de Suez en 1869, la icónica Torre Eiffel en 1889, así como la creación de magníficos puentes, presas y edificios.

En el mundo actual, se ha vuelto un desafío completar las diversas tareas comúnmente asociadas con la industria de la construcción sin la ayuda de maquinaria. Estas tareas incluyen levantar y transportar objetos pesados o voluminosos, excavar en condiciones de suelo difíciles, crear terraplenes, colocar asfalto, demoler estructuras de hormigón armado, así como cortar y soldar metales.

El Perú es actualmente una nación en continuo crecimiento y progreso. Un contribuyente importante a este avance es la creciente industria de la construcción, que ha experimentado un crecimiento sustancial en los últimos tiempos. Los esfuerzos de colaboración de empresas constructoras nacionales e internacionales han jugado un papel crucial en el fomento del desarrollo sostenible, creando en consecuencia amplias oportunidades de empleo para el pueblo del Perú.



Anteriormente, el mantenimiento de los equipos en varios proyectos a lo largo del país se realizaba de forma independiente, aplicando cada líder de equipo sus propios criterios. Desafortunadamente, este enfoque generó costos y gastos innecesarios para la empresa. Sin embargo, al implementar un procedimiento estandarizado para la gestión del mantenimiento de equipos, estos gastos evitables pueden eliminarse, lo que lleva a operaciones más eficientes.

El buen rendimiento de las maquinarias depende del buen estado y operatividad de sus componentes, las empresas generalmente no utilizan adecuadamente el plan de mantenimiento preventivo, esto ocasiona las fallas de las maquinarias, lo que conlleva a horas no trabajadas y ello significa un costo para la empresa.

Por ello se plantea el trabajo de investigación rendimiento de la excavadora hidráulica 330DL mediante análisis de mosos y efecto de fallas de la empresa constructora Palomino de Juliaca



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Análisis de la situación problemática

Las máquinas de excavadora hidráulica presentan las fallas en el sistema hidráulico operación lenta que se debe a la pérdida de flujo del líquido hidráulico, las fugas pueden ser internas y externas, temperatura de líquido alto mayor a 80°C, esto permite pérdida de viscosidad y ruidos anormales pueden ser existentes de cavitación por fallas de válvulas. Asimismo, presentan fallas por desgaste del sistema como: presión bajo de líquido o aceite hidráulico por válvula de alivio o control de presión.

1.2. Planteamiento del Problema

1.2.1. Pregunta general

¿De qué manera se puede evaluar el rendimiento de una excavadora hidráulica mediante análisis de modo y efecto de fallas de la empresa constructora palomino en Juliaca?



1.2.2. Preguntas específicas

Pregunta Especifica 1.

¿Cómo se puede identificar los componentes principales de una máquina excavadora hidráulica mediante de modos y efecto de fallas?

Pregunta Especifica 2.

PE2: ¿De que manera se puede realizar el análisis de modo y efecto de fallas de la maquina excavadora hidráulica?

Pregunta Especifica 3.

PE3: ¿Cómo se puede determinar el rendimiento de una excavadora hidráulica mediante análisis de modo y efecto de fallas?

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo general*

Evaluar el rendimiento de una excavadora hidráulica mediante análisis de modo y efecto de fallas de la empresa constructora palomino en Juliaca

1.3.2. *Objetivos específicos*

Objetivo Especifico 1.

Identificar los componentes principales de una máquina excavadora hidráulica

Objetivo Especifico 2.

Realizar el análisis de modo y efecto de fallas de la maquina excavadora hidráulica



Objetivo Especifico 3.

Determinar rendimiento de una excavadora hidráulica mediante análisis de modo y efecto de fallas

1.4. Justificación del Estudio

El estudio actual se justifica en base a la necesidad práctica de mejorar la eficiencia de la excavadora hidráulica. Esto se puede lograr identificando y abordando fallas específicas mediante la implementación de la metodología AMEF.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Si se realiza el análisis de modo y efecto de fallas de la empresa constructora palomino en Juliaca, entonces se evalúa el rendimiento de la excavadora hidráulica

1.5.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1:

Si se identifica los componentes principales de una máquina excavadora hidráulica, entonces se podrá determinar el componente crítico

Hipótesis específica 2

Si se realiza el análisis de modo y efecto de fallas de la máquina excavadora hidráulica entonces se determina el numero prioritario de riesgos



Hipótesis específica 3

Si se determina el rendimiento de una excavadora hidráulica mediante análisis de modo y efecto de fallas, entonces se podrá plantear soluciones para su mejora

1.6. Variables

1.6.1. Variables independientes

Análisis de modo y efecto de fallas

1.6.2. Variables dependientes

Rendimiento de la excavadora hidráulica

1.6.3. Operacionalización de variables

Tabla 1.

Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Índice
Variable independiente			
Análisis de modos y efecto de fallas (AMEF)	Fallas	Tipos de falla	Aceptable Inaceptable
	Número de paradas	Horas	Horas
Variable dependiente			
Rendimiento de la excavadora hidráulica	Disponibilidad	Porcentaje	%

Fuente: Propia



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

(Macias, 2017). En su tesis titulado "Análisis de modos de falla y efectos del proceso productivo de la empresa Mecanizados Vallejo Vargas Cía. Las sociedades anónimas y su impacto en la productividad" Se han detectado fallos repetitivos en varios departamentos de la empresa, siendo el área de corte y recubrimiento el que experimenta el mayor índice de problemas. Para abordar estos desafíos y mejorar la productividad, se han identificado dos factores clave: capacitación y supervisión. El propósito de este estudio es documentar las estrategias de gestión implementadas por la empresa para mejorar la capacidad de trabajo, el bienestar de los trabajadores y el desempeño general de la empresa. Es fundamental analizar, medir, evaluar y proporcionar retroalimentación exhaustiva sobre cada recomendación para monitorear el cumplimiento y la aceptación interna y externa.



(Astudillo & Criollo, 2022). En su tesis titulado “Análisis del modo y efectos de fallo (AMEF) para la empresa Tedasa S.A.” donde se tiene como finalidad la identificación y prevención de posibles fallas que puedan ocurrir a las maquinarias al utilizar la metodología de AMEF, para utilizar la metodología primero se evalúa el levantamiento de información de las maquinarias existentes y realizar el procedimiento de mantenimiento adecuado

(Martinez, 2004). En su tesis titulado: “Implementaciones de un análisis de modo y efecto de falla en una línea de manufactura para juguetes” Dentro del desarrollo de este estudio, el mismo se divide en 6 capítulos, con especial enfoque en la importancia de implementar el FMEA en la línea de fabricación de juguetes eléctricos. El estudio gira en torno a analizar los procesos de producción de conjuntos y subconjuntos de la Moto Harley, producto fabricado por la línea del mismo nombre de Mattel. Esta es la primera vez que se implementa el FMEA en la empresa. Los objetivos de este proyecto son dos: reducir los costos asociados con las devoluciones y quejas de los consumidores, y mejorar los procesos de fabricación a través de diversas herramientas de calidad que se alinean con la metodología FMEA. Las mejoras realizadas en los procesos de la línea Harley han dado como resultado la producción de productos confiables y satisfactorios, lo que ha llevado a cifras de ventas sin precedentes en la planta. Como resultado, la línea ha ampliado su base de clientes, ya que clientes fuertes se han dado cuenta de nuestros controles de fabricación y calidad. La implementación del FMEA tuvo lugar en 2003, y este éxito se puede atribuir a las invaluable medidas preventivas proporcionadas por un equipo bien integrado capaz de resolver problemas de manera efectiva.



2.2.2. Antecedentes nacionales

(Rengifo, 2020). En su tesis titulado "El impacto de la utilización del método de análisis modal de fallas y efectos (AMEF) en la disponibilidad operativa de la excavadora hidráulica 320D2L - Empresa Negociaciones Amazonas E.I.R.L. - Chachapoyas." Al utilizar la metodología AMEF, el objetivo principal es mejorar el indicador de disponibilidad. Esta metodología establece criterios para priorizar subsistemas específicos dentro de cada proceso. En el caso del proceso de trabajo de la excavadora, se identificaron sus subsistemas para determinar su criticidad mediante un número de prioridad de riesgos. Como resultado se encontró que 5 subsistemas presentaban una condición inaceptable según la metodología AMEF. Para abordar estas fallas, es necesario implementar medidas adecuadas de mantenimiento preventivo y supervisar de cerca cada subsistema. En consecuencia, las disponibilidades operativas de las excavadoras hidráulicas 320D2L se puede aumentar en un 30%. Este aumento se determina comparando el desempeño de la excavadora durante el período de evaluación de 2019, donde no ocurrieron fallas en la categoría inaceptable.

(Vega, 2021). En su tesis titulado "La empresa azucarera de la Región La Libertad implementó un plan de mantenimiento que prioriza la confiabilidad y tiene como objetivo mejorar la disponibilidad de su maquinaria agrícola. Este plan se basa en los principios del Análisis modal de fallas y efectos". Para lograr esto se realiza un análisis de fallas, el cual sirve como base para desarrollar el plan de mantenimiento empleando el método de análisis de modos y efectos de fallas. Los hallazgos indican que el plan propuesto daría como resultado un aumento del



18,44% en la disponibilidad de maquinaria y una mejora del 4,23% en la confiabilidad para el grupo de maquinaria agrícola de la empresa azucarera.

(Barrientos, 2017). En su tesis titulado "Mejorar de la gestión de mantenimiento de maquinaria pesados con la metodología AMEF". El propósito es de esta propuesta es mejorar la gestión del mantenimiento mediante la implementación de la metodología de FMEA. es mejorar las prácticas de mantenimiento de equipos y minimizar los gastos asociados.

2.2.3. Antecedentes locales

(Pacori & Mamani, 2018). En su tesis titulado "Propuesta para mejorar la eficiencia operativa de los equipos e instalaciones de la planta de proceso de ladrillos de El Diamante S.A.C. en Arequipa. Este plan de mantenimiento preventivo tiene como objetivo maximizar la disponibilidad y minimizar el tiempo de inactividad." Es optimizar estos equipos e instalaciones para minimizar averías inesperadas y retrasos en la producción. Para desarrollar este plan se han tomado varias medidas. En primer lugar, se recopiló y registró información y datos sobre los equipos e instalaciones en la lista maestra de activos utilizando el ERP Spring Royal Systems. Luego, se realizó un análisis de criticidad para determinar la importancia de cada activo. Posteriormente, se seleccionó el modelo de mantenimiento adecuado para cada activo crítico. Además, se llevó a cabo un análisis modal de fallas y efectos (FMEA). La eficacia del plan de mantenimiento preventivo se evaluará mediante indicadores de mantenimiento, que



proporcionarán información sobre el desempeño de mantenimiento. Al implementar exitosamente este plan de mantenimiento preventivo de los equipos más críticos de la Planta N°1 y Planta N°2, se prevé que la disponibilidad de estos equipos supere el 96%.

(Huarcaya, 2023). En su tesis titulada “Mejorar las gestiones de mantenimiento aplicando la metodología Amef en la Municipalidad Provincial de Puno, 2022” tiene el propósito saber cómo la metodología AMEF perfeccionamiento la gestión de mantenimiento en los equipos en la entidad edil. Para este estudio se utiliza el enfoque cuantitativo de tipo aplicada de nivel explicativa. La población y muestra estará formada por los 30 equipos de la entidad. El instrumento que se utiliza será la ficha técnica, la técnica será por medio de la observación. Se concluye que la disponibilidad de los equipos por mes es del 92%, tomando en horas programadas de 10 horas cada turno.

(Yapu, 2023). En su tesis titulada “Optimización de la gestión del mantenimiento preventivo de maquinaria pesada en el proyecto conservación vial de la carretera Tacna – Ilo con la metodología AMEF”. El objetivo principal es optimizar los gastos mejorando las prácticas de mantenimiento de los equipos. A través de un análisis exhaustivo de los distintos procesos, el estudio tiene como objetivo identificar y rectificar posibles errores en las rutinas de mantenimiento existentes. Esto facilitará el esfuerzo de colaboración entre los miembros del equipo responsables del mantenimiento del equipo, permitiendo que se realicen los ajustes



necesarios. Además, a lo largo de este proceso integral se utilizará una variedad de herramientas de ingeniería, incluidas Ishikawa, Pareto y otras.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Excavadora hidráulica

Un aparato autopropulsado, ya sea equipado con cadenas, ruedas o patas, que lleva una superestructura capaz de girar completamente y está diseñado específicamente para fines de excavación utilizando un cucharón, manteniendo la estabilidad de la estructura de soporte durante todo el ciclo de trabajo: excavación, elevación, movimiento de giro y descarga del material. Pueden disponer de un dispositivo de acoplamiento rápido para el intercambio rápido de accesorios de trabajo (cucharas, martillos rompedores, pinzas, hojas, etc.). (474-5:2007, 2007)

- Excavadora compacta: Excavadora de radio de giro mínimo con una masa en orden de trabajo menor o igual a 6000 kg. Se les conoce como miniexcavadoras.
- Excavadora de radio de giro mínimo: La excavadora está diseñada específicamente para operar en áreas confinadas y presenta una superestructura con un radio de giro que le permite girar dentro de un espacio no mayor al 120% de su ancho, incluso cuando está equipada con accesorios y herramientas estándar.
- Masa en orden de trabajo: es la masa de la máquina base, con sus equipos y accesorios sin carga, incluida la masa del operador (75 kg), el depósito de

combustible lleno y los sistemas de lubricación, hidráulico y refrigeración en los niveles especificados por el fabricante.

2.2.2. Partes de una excavadora hidráulica

Combinando elementos mecánicos, electrónicos e hidráulicos, esta máquina funciona a la perfección para ofrecer resultados excepcionales en los campos de la minería y la construcción.

La construcción de una excavadora implica la integración de numerosos componentes, todos trabajando al unísono para realizar una tarea. Sin embargo, estas partes individuales se pueden clasificar en tres elementos principales. (Loganx, 2021)

- Superestructura
- Chasis de Traslación
- Equipo de trabajo

Figura 1.

Partes de una excavadora hidráulica



Fuente: (Loganx, 2021)



- Tren de rodaje

La capacidad de movimiento del equipo depende de varios componentes que proporcionan tracción. Dependiendo de sus características, estos componentes pueden consistir en orugas o neumáticos. En los equipos con tracción sobre orugas, los componentes clave son los siguientes:

- Orugas
- bastidor
- la rueda guía
- rodillos inferiores-superiores
- cadenas
- anillo giratorio y

- Cabina de excavadora

Estos incluyen piezas que le permiten controlar la excavadora, como controles, controles remotos, asientos, pedales, monitores, etc.

- Brazo de excavadora

Una estructura metálica móvil que facilita el uso de herramientas de servicio mediante elementos como el sistema hidráulico y la pluma. Similar a un bolígrafo, está disponible en varios tamaños para aumentar su alcance.

Con su brazo mecánico versátil, este dispositivo tiene la capacidad de utilizar varios implementos para realizar tareas en una amplia gama de materiales como tierra, hormigón, roca o acero.

- Motor de excavadora



Normalmente, la fuente de energía de una excavadora hidráulica consiste en un motor diésel de 4 tiempos. Situado en la parte trasera de la cabina del operador, su función principal es convertir diversas formas de energía, como combustibles fósiles o electricidad, en energía mecánica que pueda utilizarse para realizar tareas.

- Cucharón de excavadora

Con solo alterar el cucharón de la excavadora, tiene el poder de amplificar o disminuir su productividad y, al mismo tiempo, inflar sus gastos operativos en un margen del 10 % al 20 % o potencialmente incluso más. Además, esta modificación tiene el potencial de inducir tensión y deterioro evitables tanto en la maquinaria como en el propio cucharón, lo que provoca un desgaste y fatiga acelerados.

Para optimizar el rendimiento de su excavadora para sus necesidades específicas, la industria presenta una selección diversa de cucharones diseñados por expertos. Estos accesorios especializados se han sometido a rigurosas pruebas para garantizar una integración perfecta con su máquina, lo que les permite ofrecer un rendimiento incomparable en cualquier aplicación.

2.2.3. Piezas y componentes de una excavadora

Está compuesta por las siguientes partes:

- Punto de unión entre el brazo y la pluma.
- Brazo.
- Trenes de rodaje.
- Eslabón de articulación.



- Cilindro hidráulico del cucharón.
- Cucharón.
- Compartimiento del motor.
- Chasis o bastidor.
- Cilindros hidráulicos de la pluma o aguilón.
- Cabina del operador.
- Cilindro hidráulico del brazo.
- Chasis de traslación
- Pluma o aguilón.
- Bastidor H
- Trenes de rodaje
- Superestructura
- Compartimiento del motor
- Cabina del operador
- Equipo de trabajo
- Motor
- Cilindro hidráulico del brazo
- Brazo
- Cucharón
- Punto de unión entre el brazo y la pluma
- Cilindros hidráulicos de la pluma o aguilón
- Eslabón de articulación
- Cilindro hidráulico del cucharón
- Pluma o aguilón



2.2.4. Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)

El propósito de esta técnica es identificar de manera proactiva posibles modos de falla e implementar las medidas necesarias para evitar que ocurran defectos.

2.2.5. Objetivos del AMEF

- Evaluar minuciosamente la presencia de factores causales y la eficacia de las medidas de control para identificar y abordar las causas cuando surjan.
- Reconocer posibles modos de fallo y evaluar el impacto de su gravedad.
- Se enfoca hacia la prevención y eliminación de problemas del producto y proceso
- Clasifica el orden potencial de deficiencias de proceso y producto.

2.2.6. Preparación del AMEF

Para garantizar una ejecución integral, se recomienda formar un equipo diverso que comprenda varias disciplinas. Esto puede abarcar la participación del ingeniero que supervisa el sistema, producto o proceso de fabricación/ensamblaje, junto con representantes de Diseño, Ensamblaje, Fabricación, Confiabilidad, Calidad, Servicio, Pruebas, Compras, Proveedores y otros expertos relevantes en la materia.

2.2.7. Tipos de AMEF

Establecer el proceso o producto a analizar

- AMEF de diseño(FMAD): Hacer una lista completa que describa las especificaciones previstas para el diseño del producto, así como los deseos y requisitos del cliente y las necesidades de producción. De manera similar, cree un esquema detallado de la progresión secuencial que experimentará el producto, comenzando con la adquisición de materias primas, avanzando a



través de las diversas etapas de producción y culminando con la utilización del producto final por parte del usuario final. Identifique las áreas específicas que son particularmente susceptibles a posibles fallas.

- AMEF de procesos (FMEAP): Comience por delinear la secuencia de pasos involucrados en el desarrollo del proceso, comenzando con el suministro de materias primas y concluyendo con la entrega del producto final al cliente. Identifique las etapas específicas que son particularmente propensas a posibles fallas. Es importante señalar que las empresas de servicios no cuentan con materia prima; en cambio, la atención se centra en considerar los insumos involucrados en el proceso.

Establecer los modos potenciales de falla

Para abordar las áreas vulnerables destacadas en el punto anterior, es crucial definir los posibles modos de falla. Un modo de falla se refiere a la manera precisa en que una falla o defecto puede hacerse evidente. Para establecer nos cuestionamos ¿De qué forma podría fallar la parte o proceso?

Establecer el efecto de la falla

En caso de que el modo de falla no se evite o rectifique rápidamente, tendrá un impacto en el cliente. Es crucial conocer las posibles repercusiones que el consumidor final puede tener como consecuencia de verse sometido a un producto o servicio defectuoso. Algunos ejemplos de estas consecuencias incluyen degradación prematura, funcionalidad irregular y ruido excesivo, entre otras.



Determinar la causa de la falla

Pueden surgir deficiencias en el diseño, materiales, componentes, fatiga, corrosión y otros factores, dando origen a la Causa. Estas causas son los orígenes de la variabilidad, que están vinculadas a variables de entrada clave (KPI).

Describir las condiciones actuales

Anotar el control actual que estén dirigidos a prevenir o manifestar las causas de las fallas.

- Tercera Línea de Defensa - Reducir impactos / consecuencias de falla
- Segunda Línea de Defensa - Identificar o detectar falla anticipadamente.
- Primera Línea de Defensa - Evitar o eliminar causas de falla.

Determinar el grado de severidad

Para determinar el nivel de gravedad, es necesario considerar el impacto de la falla en el cliente. Se emplea una escala que va del 1 al 10, donde '1' indica una consecuencia que no tiene ningún efecto. El 10 indica una consecuencia grave.

Figura 2.

Grado de severidad

Efecto	Rango	Criterio
No	1	Sin efecto
Muy poco	2	Cliente no molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Poco	3	Cliente algo molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Menor	4	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Moderado	5	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Significativo	6	El cliente se siente algo inconforme. El desempeño del artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Falla parcial, pero operable.
Mayor	7	El cliente está insatisfecho. El desempeño del artículo se ve seriamente afectado, pero es funcional y está a salvo. Sistema afectado.
Extremo	8	El cliente muy insatisfecho. Artículo inoperable, pero a salvo. Sistema inoperable
Serio	9	Efecto de peligro potencial. Capaz de discontinuar el uso sin perder tiempo, dependiendo de la falla. Se cumple con el reglamento del gobierno en materia de riesgo.
Peligro	10	Efecto peligroso. Seguridad relacionada - falla repentina. Incumplimiento con reglamento del gobierno.

Fuente: Garcia, 2015

Establecer el grado de ocurrencia

Evaluar la frecuencia con la que ocurre la causa subyacente del posible fallo es una tarea esencial.

Para fines de evaluación se emplea una escala que va del 1 al 10.

En una escala del 1 al 10, donde 1 representa un evento poco probable y 10 representa un evento altamente probable.

Figura 3.*Grado de ocurrencia*

Ocurrencia	Rango	Criterios	Probabilidad de Falla
Remota	1	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este proceso o con un producto casi idéntico.	<1 en 1,500,000
Muy Poca	2	Sólo fallas aisladas asociadas con este proceso o con un proceso casi idéntico.	1 en 150,000
Poca	3	Fallas aisladas asociadas con procesos similares.	1 en 30,000
Moderada	4 5 6	Este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales	1 en 4,500 1 en 800 1 en 150
Alta	7 8	Este proceso o uno similar han fallado a menudo.	1 en 50 1 en 15
Muy Alta	9 10	La falla es casi inevitable	1 en 6 >1 en 3

Fuente: Garcia, 2015

Establecer el grado de detección

Evaluaremos las probabilidades de identificar el posible modo de falla antes de que llegue al cliente. Una calificación de '1' significa una alta probabilidad de detección, mientras que una calificación de '10' sugiere que la detección es poco probable.

Figura 4.

Grado de detección

Probabilidad	Rango	Criterio	Probabilidad de detección de la falla.
Alta	1	El defecto es una característica funcionalmente obvia	99.99%
Medianamente alta	2-5	Es muy probable detectar la falla. El defecto es una característica obvia.	99.7%
Baja	6-8	El defecto es una característica fácilmente identificable.	98%
Muy Baja	9	No es fácil detecta la falla por métodos usuales o pruebas manuales. El defecto es una característica oculta o intermitente	90%
Improbable	10	La característica no se puede checar fácilmente en el proceso. Ej: Aquellas características relacionadas con la durabilidad del producto.	Menor a 90%

Fuente: Garcia, 2015

Calcular los números de prioridades de riesgos. NPR

Al calcular la frecuencia, gravedad y detectabilidad de cada problema, este valor crea un sistema para clasificar los problemas y determinar el orden en el que deben abordarse. Su propósito es identificar los modos de falla más cruciales y priorizar su resolución.





CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTO METODOLOGICO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Según (Esteban, 2018). El término "pura" se utiliza para describir la investigación básica o sustantiva, ya que no está impulsada por motivos financieros. Más bien, está impulsado por la curiosidad y el puro placer de descubrir nuevos conocimientos. Algunos pueden referirse a ella como la búsqueda de la sabiduría por la sabiduría misma.

3.2. Nivel de Investigación

Con base en la investigación realizada por Esteban (2018), este estudio preliminar tiene como objetivo recopilar datos o informaciones sobre las diversas propiedades, características, aspectos y individuos, otros. Como afirma Gay (1996), la investigación descriptiva implica la recopilación de datos para examinar hipótesis o abordar preguntas sobre las circunstancias actuales de los sujetos bajo estudio. A través de un estudio descriptivo se puede determinar y dilucidar la naturaleza de los objetos examinados.



3.3. Población y muestra

Datos para la investigación en este caso es:

- Fallas de la excavadora hidráulica 330DL

La muestra es una representación de la población, para esta investigación es:

- Fallas de la excavadora hidráulica 330DL desde Abril a Setiembre del 2023

3.4. Técnicas e instrumentos

Tabla 2.

Recolección de datos

Técnicas	Instrumentos
Observación directa	Ficha de registro de fallas
Análisis de documentos	Ficha de análisis de documentos

Fuente: Propia

3.5. Identificación de los componentes de excavadora hidráulica 330DL

La excavadora hidráulica tiene las siguientes características:

- Motor
- Cabina
- Tren de rodaje
- Plumas
- Sistema hidráulico
- Brazo y cucharón



3.5.1. Motor:

Tabla 3.

Especificaciones del motor

Modelo del motor	Motor C9 con Tecnología ACERT™
Potencia neta en el volante	200 kW 268 hp
Potencia neta – ISO 9249	200 kW 268 hp
Potencia neta – SAE J1349	188 kW 252 hp
Potencia neta – EEC 80/1269	200 kW 268 hp
Diámetro	112 mm 4,4 pulg
Carrera	149 mm 5,87 pulg
Cilindrada	8,8 L 537 pulg

Fuente: (Caterpillar, Excavadora hidraulica 330DL, 2006)

3.4.2. Cabina:

La cabina consta de un puesto de operador, monitor, pantallas de medidores, pantalla de sucesos, pantalla de información múltiple, equipo estándar de la cabina, asiento, control de palanca universal, palanca de control, control automático del clima, consola, exterior de la cabina, montajes de la cabina, ventanas y limpiaparabrisas

3.4.3. Tren de rodaje:

Es el encargado de absorber las cargas de tensión y suministra excelente estabilidad.

Asimismo, las estructuras y el tren de rodaje son la base para la duración de la maquinaria, estas disponen de soldadura por robot que logran más de tres veces

la penetración de las soldaduras manuales. La estructura está conformada por: bastidores, cojinetes de rotación, rodillos y ruedas guía

3.4.4. Plumas

Pluma de excavación de gran volumen: 6,18 m

Pluma de alcance: 6,5 m

3.4.5. Sistema hidráulico

Tabla 4.

Especificaciones del sistema hidráulico

Sistema del implemento principal – Flujo máx. (2x)	280 L/min	74 gal/min
Presión máx. – Equipo	35.000 kPa	5.076 lb/pulg ²
Presión máx. – Equipo – Pesado	36.000 kPa	5.221 lb/pulg ²
Presión máx. – Desplazamiento	35.000 kPa	5.076 lb/pulg ²
Presión máx. – Rotación	28.000 kPa	4.061 lb/pulg ²
Sistema piloto – Flujo máximo	43 L/min	11,4 gal/min
Sistema piloto – Presión máxima	4.000 kPa	565,7 lb/pulg ²
Cilindro de la pluma – Calibre	150 mm	5,9 pulg
Cilindro de la pluma – Carrera	1.440 mm	56,7 pulg
Cilindro del brazo – Calibre	170 mm	6,7 pulg
Cilindro del brazo – Carrera	1.738 mm	68,4 pulg
Cilindro del cucharón de la Familia DB – Calibre	150 mm	5,9 pulg
Cilindro del cucharón de la Familia DB – Carrera	1.151 mm	45,3 pulg
Cilindro del cucharón de la Familia TB1 – Calibre	160 mm	6,3 pulg
Cilindro del cucharón de la Familia TB1 – Carrera	1.356 mm	53,4 pulg

Fuente: (Caterpillar, Excavadora hidraulica 330DL, 2006)



3.4.6. Brazo y cucharón

- Brazos R3.9DB, R3.2DB

Los brazos conectados al cucharón de la familia DB poseen una amplia capacidad, lo que permite un alcance y una profundidad excepcionales en diversas tareas de construcción, incluidas la excavación de zanjas y aplicaciones de construcción en general.

- Brazo M2.55TB1

Diseñado específicamente para tareas pesadas de movimiento de tierras, el balancín TB1 utiliza el reconocido cucharón de la familia TB. Cuenta con capacidades impresionantes en términos de excavación de gran volumen y fuerzas de excavación formidables.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Disponibilidad de la excavadora hidráulica 330DL

Según análisis de fallas de la excavadora hidráulica desde el mes de Abril a Setiembre del año 2023, se tiene lo siguiente:

Tabla 5.

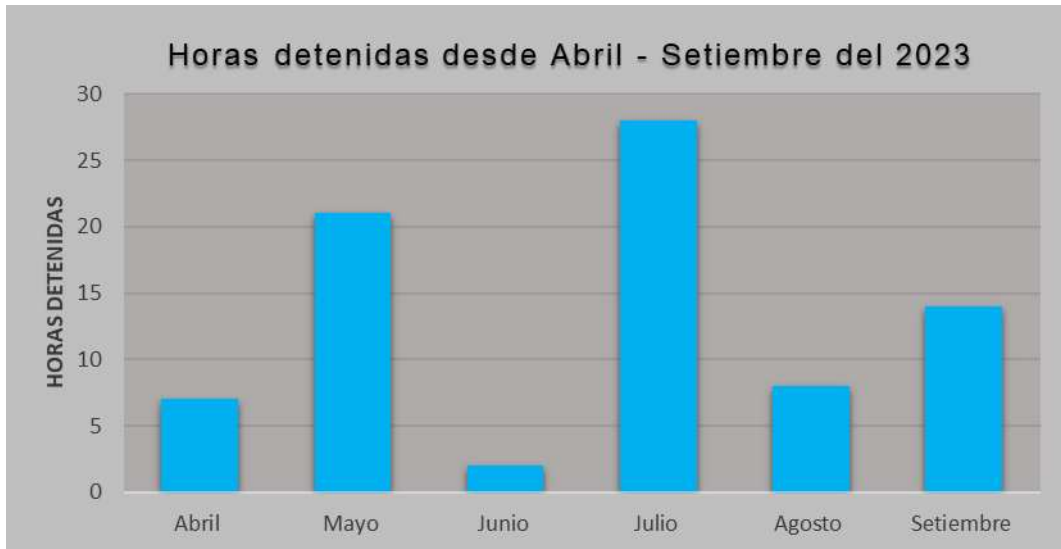
Horas detenidas y número de paradas

Mes	Horas detenidas (horas)	Parada
Abril	7	1
Mayo	21	1
Junio	2	1
Julio	28	3
Agosto	8	2
Setiembre	14	1

Fuente: Propia

Figura 5.

Horas detenidas desde Abril – Setiembre del 2023



Fuente: Propia

Figura 6.

Número de paradas desde Abril – Setiembre del 2023



Fuente: Propia



4.1.1. Cálculo de indicador de disponibilidad de la excavadora hidráulica 330DL

Para determinar la disponibilidad se tiene que tener primero el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio de reparación de la excavadora hidráulica 330DL

Tiempo medio entre fallas

Se obtiene de la siguiente formula:

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Numero de paradas}}$$

Para calcular el tiempo de operación, se debe tener en cuenta el tiempo de evaluación de la maquinaria, se evaluó desde el mes de Abril a Setiembre del 2023 donde no se considera los días sábados, domingos y feriados, se tiene el tiempo diario de trabajo el cual es de 7 horas.

Se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 6.

Tiempo de operación desde Abril a Setiembre del 2023

Mes	Dias	Sabados	Domingos	Dias no laborados	Dias trabajados	Horas diarias	Horas trabajadas
Abril	30	5	5	3	17	7	119
Mayo	31	4	4	1	22	7	154
Junio	30	4	4	2	20	7	140
Julio	31	5	5	2	19	7	133
Agosto	31	4	4	1	22	7	154
Setiembre	30	5	4	0	21	7	147

Fuente: Propia



Tabla 7.

Tiempo de operación de la excavadora hidráulica

Mes	Tiempo de evaluación (horas)	Tiempo de paradas (horas)	Tiempo de operación (horas)
Abril	119	7	112
Mayo	154	21	133
Junio	140	2	138
Julio	133	28	105
Agosto	154	8	146
Setiembre	147	14	133

Fuente: Propia

Tabla 8.

Tiempo medio entre fallas

Mes	Tiempo de evaluación (horas)	Numero de paradas	Tiempo de operación (horas)	MTBF
Abril	119	1	112	112
Mayo	154	1	133	133
Junio	140	1	138	138
Julio	133	3	105	35
Agosto	154	2	146	73
Setiembre	147	1	133	133

Fuente: Propia



Tiempo medio de reparaciones

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo de paradas}}{\text{Numero de paradas}}$$

Tabla 9.

Tiempo medio de reparaciones

Mes	Tiempo de evaluación (horas)	Numero de paradas	Tiempo de paradas (horas)	MTTR
Abril	119	1	7	7
Mayo	154	1	21	21
Junio	140	1	2	2
Julio	133	3	28	9
Agosto	154	2	8	4
Setiembre	147	1	14	14

Fuente: Propia

Disponibilidad de la excavadora hidráulica 330DL

Se determina de la siguiente formula:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Tabla 10.

Disponibilidad de la excavadora hidráulica 330DL

Mes	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Abril	112	7	94%
Mayo	133	21	86%
Junio	138	2	99%
Julio	35	9	80%
Agosto	73	4	95%
Setiembre	133	14	90%

Fuente: Propia

Figura 7.

Disponibilidad de la maquina desde Abril a Setiembre del 2023



Fuente: Propia

4.2. Análisis de modos y efecto de fallas de la excavadora hidráulica 330DL

Para determinar el NPR el cual es el indicador que determina la criticidad mediante la metodología AMEF. A continuación, se tiene los sistemas de la excavadora hidráulica

Tabla 11.

Sistema y subsistema de la excavadora hidráulica 330DL

Nº	SISTEMAS	SUBSISTEMAS
1	MOTOR	Válvulas de admisión y escape Empaquetadura de culata Cilindro del motor Camisetas del motor Cojinetes del motor Piston y anillos
2	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	Bomba de agua Mangueras Termostato Radiador y enfriador de aceite
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	Carter Colador Bomba de aceite Filtro de aceite
4	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y COMBUSTIBLE	Filtro de combustible Cañerías Filtro de aire Inyectores Bomba de combustible Turbocompresor Tanque de combustible



Nº	SISTEMAS	SUBSISTEMAS
5	SISTEMA HIDRÁULICO	Bomba hidráulica
		Tanque hidráulico
		Orines o sellos
		Cilindro de pluma
		Cilindro de brazo
		Cilindro de cucharón
		Mangueras
6	SISTEMA ELÉCTRICO	Batería
		Faros y luces
		Fusibles
7	SISTEMA DE ENCENDIDO	Alternador
		Circuito eléctrico
		Arrancadores
8	IMPLEMENTOS	Cucharón
		Pernos de cantonera
		Cantonera
9	TREN DE RODAMIENTOS	Rueda guía
		Zapatillas, cadenas o rodillos

Fuente: Propia

En la tabla 11. Se presenta los subsistemas de la excavadora hidráulica al cual se evaluará de acuerdo a los criterios de severidad, ocurrencia y detección para determinar el número prioritario de riesgo

A continuación, se detalla por cada la puntuación o clasificación de cada criterio de cada subsistema

Figura 8.

Criterio de severidad

Severidad		
ASQ (American Society for Quality)		
Clasificación	Efecto	Criterio: Severidad de Efecto Definido (proceso)
10	Critico Peligroso: Sin Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afectan la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá SIN AVISO.
9	Critico Peligroso: Con Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afecta la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá CON AVISO.
8	Muy Alto	Interrupción mayor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea desechado. Ítem inoperable, pérdida de su función primaria. Cliente muy insatisfecho.
7	Alto	Interrupción menor a la línea de producción. Producto probablemente deba ser clasificada y una porción (menor al 100%) desechada. Ítem operable, pero a un nivel reducido de rendimiento. Cliente insatisfecho.
6	Moderado	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) probablemente deba ser desechada (no clasificada). Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia inoperables. Clientes experimentan incomodidad.
5	Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea retrabajado. Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia operables a un nivel reducido de rendimiento. Cliente experimenta alguna insatisfacción.
4	Muy Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. El producto probablemente deba ser clasificado y una porción (menor al 100%) retrabajada. Defecto percibido por la mayoría de los clientes.
3	Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en línea pero fuera de la estación de trabajo. Defecto es percibido por el cliente promedio.
2	Muy Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en la línea y en la estación de trabajo. Defecto es percibido sólo por clientes expertos.
1	Ninguno	Ningún efecto.

Fuente: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>

Para el criterio de severidad se asigna una clasificación de 1-10 dependiendo de la severidad de cada subsistema o componente de la excavadora hidráulica 330DL

Tabla 12.

Severidad de la excavadora hidráulica 330DL

Nº	SISTEMAS	SUBSISTEMAS	SEVERIDAD
1	MOTOR	Valvulas de admision y escape	2
		Empaquetadura de culata	2
		Cilindro del motor	1
		Camisetas del motor	1
		Cojinetes del motor	1
		Piston y anillos	1
2	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	Bomba de agua	2
		Mangueras	3
		Termostato	5
		Radiador y enfriador de aceite	6
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	Carter	2
		Colador	2
		Bomba de aceite	4
		Filtro de aceite	5
4	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y COMBUSTIBLE	Filtro de combustible	7
		Cañerías	2
		Filtro de aire	4
		Inyectores	7
		Bomba de combustible	2
		Turbocompresor	2
		Tanque de combustible	2
5	SISTEMA HIDRÁULICO	Bomba hidráulica	2
		Tanque hidraulico	2
		Orines o sellos	3
		Cilindro de pluma	4
		Cilindro de brazo	4
		Cilindro de cucharon	4
	Mangueras	5	

Nº	SISTEMAS	SUBSISTEMAS	SEVERIDAD
6	SISTEMA ELÉCTRICO	Bateria	5
		Faros y luces	4
		Fusibles	4
7	SISTEMA DE ENCENDIDO	Altenador	3
		Circuito eléctrico	5
		Arrancadores	6
8	IMPLEMENTOS	Cucharon	4
		Pernos de cantonera	4
		Cantonera	3
9	TREN DE RODAMIENTOS	Rueda guía	4
		Zapatas, cadenas o rodillos	5

Fuente: Propia

Figura 9.

Criterio de ocurrencia

Ocurrencia (Probabilidad de que pase)				
ASQ (American Society for Quality)				
Clasificación	Ocurrencia	Descripción	Frecuencia	Cpk (índice de capacidad real)
10	Muy Alta	La falla del proceso es casi inevitable	1 en 2	0.33
9			1 en 3	0.51
8	Alta	Procesos similares han presentado fallas	1 en 8	0.67
7			1 en 20	
6	Moderada	Muy pocas fallas ocasionales asociadas a procesos similares	1 en 80	0.83
5			1 en 400	1.00
4			1 en 2,000	1.17
3	Baja	Pocas fallas asociadas con procesos similares	1 en 15,000	1.33
2			1 en 150,000	1.5
1	Remota	Falla es improbable. Fallas nunca asociadas con procesos casi idénticos	< 1 en 1,500,000	> 1.67

Fuente: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>



Tabla 13.

Ocurrencia de la excavadora hidráulica 330DL

Nº	SISTEMAS	SUBSISTEMAS	SEVERIDAD	OCURRENCIA
1	MOTOR	Valvulas de admision y escape	2	3
		Empaquetadura de culata	2	3
		Cilindro del motor	1	3
		Camisetas del motor	1	2
		Cojinetes del motor	1	3
		Piston y anillos	1	2
2	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	Bomba de agua	2	3
		Mangueras	3	4
		Termostato	5	3
		Radiador y enfriador de aceite	6	6
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	Carter	2	3
		Colador	2	2
		Bomba de aceite	4	3
		Filtro de aceite	5	5
4	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y COMBUSTIBLE	Filtro de combustible	7	6
		Cañerías	2	3
		Filtro de aire	4	3
		Inyectores	7	6
		Bomba de combustible	2	2
		Turbocompresor	2	3
Tanque de combustible	2	2		



Nº	SISTEMA	SUBSISTEMA	SEVERIDAD	OCURRENCIA
5	SISTEMA HIDRÁULICO	Bomba hidráulica	2	4
		Tanque hidraulico	2	3
		Orines o sellos	3	6
		Cilindro de pluma	4	3
		Cilindro de brazo	4	3
		Cilindro de cucharon	4	3
		Mangueras	5	3
6	SISTEMA ELÉCTRICO	Bateria	5	3
		Faros y luces	4	6
		Fusibles	4	5
7	SISTEMA DE ENCENDIDO	Alternador	3	2
		Circuito eléctrico	5	8
		Arrancadores	6	6
8	IMPLEMENTOS	Cucharon	4	7
		Pernos de cantonera	4	3
		Cantonera	3	2
9	TREN DE RODAMIENTOS	Rueda guia	4	5
		Zapatas, cadenas o rodillos	5	4

Fuente: Propia

En la Tabla 13. Se muestra los criterios de severidad y ocurrencia de cada subsistema

Figura 10.

Criterio de detección

Detección			
ASQ (American Society for Quality)			
Clasificación	Probabilidad de detección	Oportunidad de detección	Criterio: Probabilidad de detección por control de procesos
10	Casi Imposible	Sin oportunidad de detección	no hay controles en el proceso capaz de detectar o prevenir la causa potencial de falla
9	Muy Remota	Es probable que no se detecte en ninguna etapa del proceso	Hay una probabilidad muy remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
8	Remota	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
7	Muy Baja	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad muy Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
6	Baja	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
5	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
4	Altamente Moderada	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad muy moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
3	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
2	Muy Alta	Detección de errores y/o prevención de problemas	Hay muy alta probabilidad de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
1	Casi Seguro	Proceso a prueba de errores	Es casi seguro que el control de proceso es capaz de detectar o de prevenir la causa potencial del modo de falla

Fuente: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla>

En la tabla 14. Se muestra los criterios de detección designados según la figura 10.

A cada subsistema /



Tabla 14.

Detección de la excavadora hidráulica 330DL

Nº	SISTEMAS	SUBSISTEMAS	SEVERIDAD	OCURENCIA	DETECCIÓN
1	MOTOR	Valvulas de admision y escape	2	3	5
		Empaquetadura de culata	2	3	2
		Cilindro del motor	1	3	1
		Camisetas del motor	1	2	2
		Cojinetes del motor	1	3	1
		Piston y anillos	1	2	1
2	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	Bomba de agua	2	3	4
		Mangueras	3	4	3
		Termostato	5	3	2
		Radiador y enfriador de aceite	6	6	6
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	Carter	2	3	1
		Colador	2	2	2
		Bomba de aceite	4	3	2
		Filtro de aceite	5	5	3



Nº	SISTEMAS	SUBSISTEMAS	SEVERIDAD	OCURENCIA	DETECCIÓN
4	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y COMBUSTIBLE	Filtro de combustible	7	6	5
		Cañerías	2	3	5
		Filtro de aire	4	3	6
		Inyectores	7	6	7
		Bomba de combustible	2	2	4
		Turbocompresor	2	3	3
		Tanque de combustible	2	2	2
5	SISTEMA HIDRÁULICO	Bomba hidráulica	2	4	6
		Tanque hidraulico	2	3	2
		Orines o sellos	5	6	5
		Cilindro de pluma	4	3	3
		Cilindro de brazo	4	3	3
		Cilindro de cucharon	4	3	3
		Mangueras	5	3	4
6	SISTEMA ELÉCTRICO	Batería	5	3	3
		Faros y luces	5	5	5
		Fusibles	4	5	4



Nº	SISTEMAS	SUBSISTEMAS	SEVERIDAD	OCURENCIA	DETECCIÓN
7	SISTEMA DE ENCENDIDO	Alternador	3	2	3
		Circuito eléctrico	5	8	6
		Arrancadores	6	6	6
8	IMPLEMENTOS	Cucharon	4	7	3
		Pernos de cantonera	4	3	3
		Cantonera	3	2	3
9	TREN DE RODAMIENTOS	Rueda guía	4	5	4
		Zapatas, cadenas o rodillos	5	5	6

Fuente: Propia

En la tabla 15. Se muestra el cálculo de número prioritario de riesgo de cada uno de los subsistemas o componentes de la excavadora hidráulica 330DL



Tabla 15.

Número de prioridad de riesgo según sistemas de la excavadora hidráulica 330DL

Nº	SISTEMAS	SUBSISTEMAS	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NPR
1	MOTOR	Valvulas de admision y escape	2	3	5	30
		Empaquetadura de culata	2	3	2	12
		Cilindro del motor	1	3	1	3
		Camisetas del motor	1	2	2	4
		Cojinetes del motor	1	3	1	3
		Piston y anillos	1	2	1	2
2	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	Bomba de agua	2	3	4	24
		Mangueras	3	4	3	36
		Termostato	5	3	2	30
		Radiador y enfriador de aceite	6	6	6	216
3	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	Carter	2	3	1	6
		Colador	2	2	2	8
		Bomba de aceite	4	3	2	24
		Filtro de aceite	5	5	3	75



Nº	SISTEMAS	SUBSISTEMAS	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NPR
4	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y COMBUSTIBLE	Filtro de combustible	7	6	5	210
		Cañerías	2	3	5	30
		Filtro de aire	4	3	6	72
		Inyectores	7	6	7	294
		Bomba de combustible	2	2	4	16
		Turbocompresor	2	3	3	18
		Tanque de combustible	2	2	2	8
5	SISTEMA HIDRÁULICO	Bomba hidráulica	2	4	6	48
		Tanque hidraulico	2	3	2	12
		Orines o sellos	3	6	5	90
		Cilindro de pluma	4	3	3	36
		Cilindro de brazo	4	3	3	36
		Cilindro de cucharon	4	3	3	36
		Mangueras	5	3	4	60
6	SISTEMA ELÉCTRICO	Bateria	5	3	3	45
		Faros y luces	4	6	4	96
		Fusibles	4	5	4	80



Nº	SISTEMAS	SUBSISTEMAS	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NPR
7	SISTEMA DE ENCENDIDO	Altenador	3	2	3	18
		Circuito eléctrico	5	8	6	240
		Arrancadores	6	6	6	216
8	IMPLEMENTOS	Cucharon	4	7	3	84
		Pernos de cantonera	4	3	3	36
		Cantonera	3	2	3	18
9	TREN DE RODAMIENTOS	Rueda guia	4	5	4	80
		Zapatas, cadenas o rodillos	5	4	5	100

Fuente: Propia

Tabla 16.

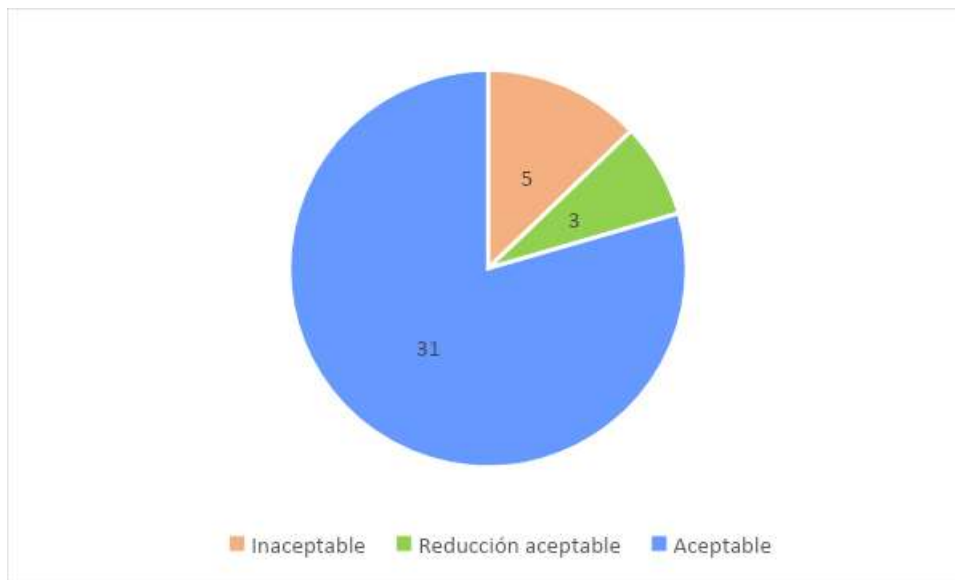
Categorización de nivel de criticidad según NPR

>	200	Inaceptable
200	125	Reducción aceptable
125	<	Aceptable

Fuente: Rengifo, 2020

Figura 11.

Cantidad de subsistemas según grado de criticidad de la excavadora hidráulica 330DL



Fuente: Propia

De acuerdo a la tabla 16 de categorización de nivel de criticidad según número prioritario de riesgo (NPR). Se detalla en la tabla 17. Los componentes que son criterios por ende inaceptables de acuerdo al número prioritario de riesgo

4.3. Cálculos de los nuevos indicadores de disponibilidad de la excavadora hidráulica 330 DL

Los subsistemas que más criticidad tienen según el método de AMEF, se observa en la siguiente tabla:



Tabla 17.

Subsistema con criticidad inaceptable según NPR

Nº	SUBSISTEMAS	NPR	
1	Radiador y enfriador de aceite	216	Inaceptable
2	Filtro de combustible	210	Inaceptable
3	Inyectores	294	Inaceptable
4	Circuito eléctrico	240	Inaceptable
5	Arrancadores	216	Inaceptable

Fuente: Propia

Tabla 18.

Mantenimiento preventivo de la excavadora hidráulica 330DL

Tipo	Descripción	Tiempo (horas)	Tiempo requerido (horas)
A	Cambio de aceite del mando final	250 h	3
	Filtro de aceite del sistema hidráulico (drenaje de la caja)		
	Filtro de aceite del sistema hidráulico (piloto)		
	Filtro de aceite del sistema hidráulico (retorno)		
	Cambio de aceite del mando de rotacion		
B	Cambio de aceite del motor y filtros	500 h	2
	Filtro primario del sistema de combustible		
C	Filtro secundario del sistema de combustible	1000 h	2
	Cambio de aceite del sistema hidraulico		
D	Cambio de refrigerante	2000 h	2

Fuente: (Caterpillar, Manual de operacion y mantenimiento, 2018)



En la tabla 18. Se realiza un plan de mantenimiento para los subsistemas críticos o

inaceptables, y con ello la mejora de la disponibilidad de la excavadora hidráulica 330DL

Tabla 19.

Tiempo de paradas y número de paradas que se debieron dar desde Abril a Setiembre del 2023

Nº	Mes	Tiempo de paradas (horas)	Numero de paradas
1	Abril	2	1
2	Mayo	10	4
3	Junio	0	0
4	Julio	10	4
5	Agosto	2	1
6	Setiembre	4	2

Fuente: Propia

Tabla 20.

Indicadores MTBF y MTTR considerando mantenimiento preventivo según manual

Mes	Tiempo de evaluación (horas)	Tiempo de paradas (horas)	Tiempo de operación (horas)	Numero de paradas	MTBF	MTTR
Abril	119	2	117	1	117	2
Mayo	154	10	144	4	36	3
Junio	140	2	138	1	138	2
Julio	133	10	123	4	31	3
Agosto	154	2	152	1	152	2
Setiembre	147	4	143	2	72	2

Fuente: Propia



Tabla 21.

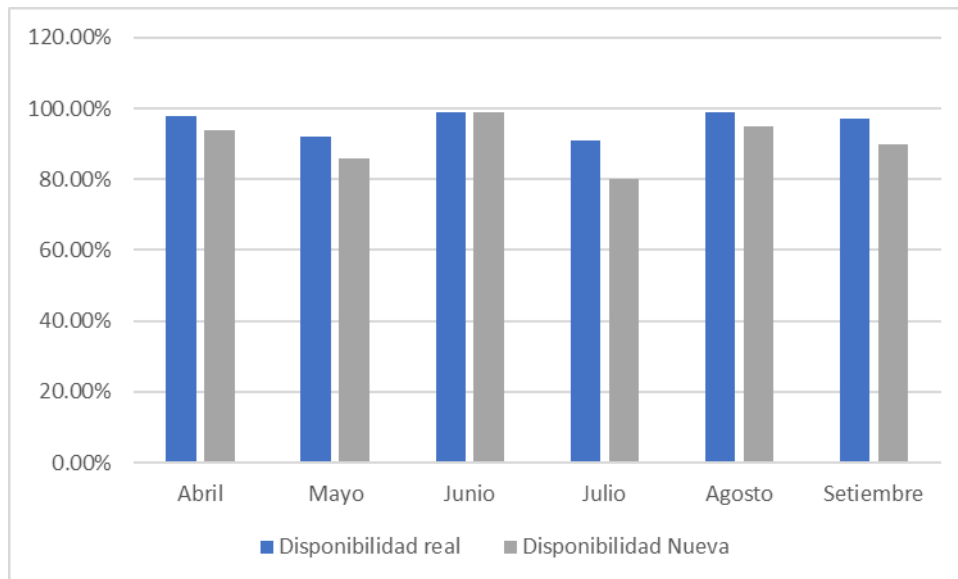
Comparación de las disponibilidades calculadas

Mes	Disponibilidad		Mejora de disponibilidad
	Real	Nueva	
Abril	94.00%	98.00%	4.00%
Mayo	86.00%	92.00%	6.00%
Junio	99.00%	99.00%	0.00%
Julio	80.00%	91.00%	11.00%
Agosto	95.00%	99.00%	4.00%
Setiembre	90.00%	97.00%	7.00%

Fuente: Propia

Figura 12.

Comparación de las disponibilidades de la excavadora hidráulica 330DL



Fuente: Propia

De acuerdo a la tabla 21. Se observa que se mejora la disponibilidad de la excavadora hidráulica en un 5%



4.4. Rendimiento de la excavadora hidráulica 330 DL

Para determinar el rendimiento de la excavadora hidráulica 330DL, se tiene la siguiente formulas:

$$R = \frac{q * 60 * m * k * E}{T_{\text{corregido}}}$$

Donde:

q: producción por ciclo (m³)

m: factor del material

k: factor del cucharon

E: factor de eficiencia de trabajo

T_{corregido}: Tiempo corregido (minutos)

Factor del material

Este se obtiene de lo siguiente:

Tabla 22.

Factor del material (*m*)

Material	Factor "m"
Suelto y amontonado, tierra. No compacta, arena, grava, suelo suave	1,00
Tierra compacta, arcilla seca, suelo con menos del 25% de roca	0,90
Suelos duros con un contenido de roca de hasta 50%	0,80
Roca escarificada o dinamitada, suelos con hasta 75% de roca	0,70
Rocas areniscas y caliche	0,60

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=SQR6NbxpVH0>

Entonces:

$$m = 0.80$$



Se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 23.

Factor del cucharón (k)

Condiciones de Operación	Factor "k"
Cargado del cucharón fácil: cargado desde un acopio de tierra, o desde un montón de roca excavada por otra máquina, el cucharón puede llenarse sin necesidad de utilizar la potencia de excavación. Se utiliza para arena, suelo arenoso, suelo arcilloso con buen contenido de agua.	1,00 a 1,10
Cargado del cucharón en condiciones promedio: el cargado de tierra suelta desde el acopio es más difícil, pero se puede llenar el cucharón. Se utiliza para arena, suelo arenoso, suelo arcilloso, grava sin cernir, grava compactada y en excavación y cargado de tierra suave	0,85 a 0,95
Cargado del cucharon moderadamente difícil: difícil cargar cucharón lleno. Se utiliza para roca pequeña acopiada por otra máquina, roca molida, arcilla dura, arena mezclada con grava, suelo arenoso, suelo arcilloso seco	0,80 a 0,85
Cargado difícil: difícil cargar el cucharón, se utiliza para rocas grandes de forma irregular que forman grandes espacios de aire, roca excavada con explosivos, piedras grandes, arena mezclada con piedras, etc.	0,75 a 0,80

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=SQR6NbxpVH0>

Entonces:

$$k = 0.90$$



Se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 24.

Factor de eficiencia de trabajo (E)

Condiciones de trabajo	"t"	"o"	"E"
Excelentes	60/60	1,0	1,0
Buenas	50/60	0,9	0,75
Regulares	45/60	0,8	0,60
Deficientes	40/60	0,7	0,47

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=SQR6NbxpVH0>

Entonces:

$$E = 0.60$$

Tiempo corregido

$$T_{\text{corregido}} = T * (1 + h)$$

Donde:

T: duracion del ciclo (minutos)

h: incremento de ciclo por altura

Duración del ciclo

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

Donde:

T₁: carga del cucharon (minutos)



T_2 : giro con carga (minutos)

T_3 : descarga del cucharón (minutos)

T_4 : giro sin carga (minutos)

Reemplazando:

$$T = 0,09 + 0,06 + 0,04 + 0,06$$

$$T = 0,25 \text{ minutos}$$

Incremento de ciclo por altura

$$h = \frac{(m. s. n. m. - 1000)}{10000}$$

Para el nivel del mar

$$h = \frac{(0 - 1000)}{10000}$$

$$h = -0,1$$

Para 3825 metros sobre el nivel del mar

$$h = \frac{(3825 - 1000)}{10000}$$

$$h = 0,2825$$

Entonces el tiempo corregido es:

Para el nivel del mar

$$T_{\text{corregido}} = 0,25 * (1 - 0,1)$$

$$T_{\text{corregido}} = 0,225 \text{ minutos}$$



$$T_{\text{corregido}} = 0,25 * (1 + 0,2825)$$

$$T_{\text{corregido}} = 0,32 \text{ minutos}$$

Como se determinó que la excavadora aumenta su disponibilidad en un 5%, entonces el tiempo corregido será:

$$T_{\text{corregido}} = 0,32 - 0,016$$

$$T_{\text{corregido}} = 0,30 \text{ minutos}$$

Finalmente se determina el rendimiento de la excavadora hidráulica 330DL

Para el nivel del mar

$$R = \frac{1,73 * 60 * 0,80 * 0,90 * 0,60}{0,225}$$

$$R = 199,3 \frac{m^3}{h}$$

Para 3825 metros sobre el nivel del mar

$$R = \frac{1,73 * 60 * 0,80 * 0,90 * 0,60}{0,32}$$

$$R = 140,13 \frac{m^3}{h}$$

Con el aumento de disponibilidad de 5 %

$$R = \frac{1,73 * 60 * 0,80 * 0,90 * 0,60}{0,30}$$

$$R = 149,5 \frac{m^3}{h}$$



CONCLUSIONES

-Primera: Rendimiento de una excavadora hidráulica mediante análisis de modos y efecto de fallas ha sido evaluado en el periodo del mes de Abril a Setiembre del 2023

Segunda: Se identificó los componentes principales de cada sistema para la aplicación de la metodología de AMEF.

Tercera: Se realizó el análisis de modos y efecto de fallas; se realizó la puntuación de criterio de severidad, ocurrencia y detección de los subsistemas de la excavadora hidráulica 330DL para establecer el número prioritario de riesgo (NPR), resultando 5 subsistemas con condición inaceptable; se propone la corrección de las fallas por medio del mantenimiento preventivo y una inspección adecuada

Cuarta: Se determinó una disponibilidad real de 91% con el cual aplicando el método de AMEF se tiene un aumento de 5% de disponibilidad, el rendimiento a 3825 metros sobre el nivel del mar de la excavadora hidráulica 330 DL es de 140,13m³/h y con el aumento de la disponibilidad también se incrementa el rendimiento a 149,5m³/h. Existiendo un incremento de 10m³/h aproximadamente



RECOMENDACIONES

Primera: Se recomienda analizar modo y efecto de fallas para evaluar el rendimiento de una excavadora hidráulica

Segunda: Se recomienda identificar los componentes principales de cada sistema para la aplicación de la metodología AMEF

Tercera: Se recomienda aplicar criterios de severidad, ocurrencia y detección de subsistemas, para establecer el NPR de la excavadora hidráulica

Cuarta: Se recomienda determinar disponibilidad de la maquinaria aplicando el método AMEF



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

474-5:2007, U.-E. (2007). *Requisitos para Excavadoras hidráulicas.*

Astudillo, R. A., y Criollo, S. G. (2022). *AMEF para la empresa Tedasa S.A. . Cuenca*
- Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana.

Barrientos, G. (2017). *La Universidad San Ignacio de Loyola de Lima ha desarrollado una metodología denominada Análisis Modal y de Efectos de Fallas (FMEA) para mejorar la gestión del mantenimiento de maquinaria pesada..*

Caterpillar. (2006). *Excavadora hidraulica 330DL.* CAT, CATERPILLAR, ACERT.

Caterpillar. (2018). *Manual de operacion y mantenimiento.* Caterpillar.

Garcia, M. A. (2015). *Propuesta para la creación de un plan de mantenimiento basado en el análisis modal de falla y efecto (AMEF- AMFE), aplicable a empresas de impresión y artes gráficas.* Universidad ECCI – Bogota

Huarcaya, M. A. (2023). *Aplicación del Método Amef para Mejorar la Gestión del Mantenimiento.* Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

Loganx. (22 de Julio de 2021). *Grúas y aparejos.* Grúas y aparejos:
<https://gruasyaparejos.com/retroexcavadoras/partes-de-una-excavadora/>

Macias, M. d. (2017). *Análisis de modos de falla y efectos del proceso productivo de la empresa de mecanización Vallejo Vargas Cia Ltda. y su impacto en la productividad.* Quito, Ecuador: Universidad Indoamericana de Ciencia y Tecnología.

Martinez, C. A. (2004). *Implementar análisis modal de fallas y efectos en líneas de producción de juguetes.* México: Universidad Autónoma Nuevo León.



Pacori, A., y Mamani, J. R. (2018). *Proponer un programa de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad de los equipos e instalaciones de la Planta Ladrillera El Diamante S.A.C. -Arequipa.*

Vega, A. J. (2021). *Programa de mantenimiento enfocado a la confiabilidad, basado en AMEF, orientado a incrementar la disponibilidad de maquinaria agrícola en una empresa azucarera de la región La Libertad. 2021: Universidad del César Vallejo.*

Yapu, L. A. (2023). *Optimización de la Gestión del Mantenimiento Preventivo de Maquinaria Pesada para el Proyecto de Mantenimiento Vial de la Autopista Tacna-Ilo mediante el Método AMEF.* Juliaca: Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez .



ANEXOS

Se adjunta:

- Matriz de consistencia
- Fotografías de la excavadora hidráulica 330DL
- Manual de mantenimiento preventivo



**MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACION:
RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRAULICA MEDIANTE ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA**

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño Metodológico
<p>Problema General:</p> <p>P.G. ¿De qué manera se puede evaluar el rendimiento de una excavadora hidráulica mediante análisis de modo y efecto de fallas de la empresa constructora palomino en Juliaca?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>PE1: ¿Cómo se puede identificar los componentes principales de una máquina excavadora hidráulica mediante de modos y efecto de fallas?</p> <p>PE2: ¿De <u>que</u> manera se puede realizar el análisis de modo y efecto de fallas de la <u>maquina</u> excavadora hidráulica?</p> <p>PE3: ¿Cómo se puede determinar el rendimiento de una excavadora hidráulica mediante análisis de modo y efecto de fallas?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>O.G. Evaluar el rendimiento de una excavadora hidráulica mediante análisis de modo y efecto de fallas de la empresa constructora palomino en Juliaca</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>OE1: Identificar los componentes principales de una máquina excavadora hidráulica mediante de modos y efecto de fallas</p> <p>OE2: Realizar el análisis de modo y efecto de fallas de la <u>maquina</u> excavadora hidráulica</p> <p>OE3: Determinar el rendimiento de una excavadora hidráulica mediante análisis de modo y efecto de fallas</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>H.G. Se evalúa el rendimiento de una excavadora hidráulica mediante análisis de modo y efecto de fallas de la empresa constructora palomino en Juliaca</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>HE1: Se identifica los componentes principales de una máquina excavadora hidráulica mediante de modos y efecto de fallas</p> <p>HE2: Se realiza el análisis de modo y efecto de fallas de la <u>maquina</u> excavadora hidráulica</p> <p>HE3: Determinar rendimiento de una excavadora hidráulica mediante análisis de modo y efecto de fallas</p>	<p>PLANTEAMIENTO DE VARIABLES</p> <p>Variables Independientes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de modo y efecto de fallas <p>Variables Dependientes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rendimiento 	<p>Tipo y nivel de investigación:</p> <p>El tipo de investigación es <u>basica</u></p> <p>ASPECTOS AMINISTRATIVOS</p> <p>Plazo de presentación de trabajo:</p> <p>Sera de acuerdo al reglamento de Grados y <u>Titulos</u></p> <p>Presupuesto estimando:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p style="text-align: center;">PRESUPUESTO TOTAL S/. 6091.00</p> </div> <p>Financiamiento :</p> <p>Financiamiento propio</p>





Motor

Modelo de motor	Motor C9 con Tecnología ACERT™	
Potencia neta en el volante	200 kW	268 hp
Potencia neta – ISO 9249	200 kW	268 hp
Potencia neta – SAE J1349	188 kW	252 hp
Potencia neta – EEC 80/1269	200 kW	268 hp
Calibre	112 mm	4,4 pulg
Carrera	149 mm	5,87 pulg
Cilindrada	8,8 L	537 pulg ³

- La 330D L cumple los requisitos de emisiones del motor de las normas EPA Tier III de los EE.UU. y Etapa IIIA de la Unión Europea.
- La potencia neta anunciada disponible en el volante cuando el motor está equipado con ventilador, filtro de aire, silenciador y alternador.
- No se requiere de reducción de potencia del motor a altitudes inferiores a 2.300 m (7.500 pies)

Pesos

Peso en orden de trabajo	36.151 kg	79.700 lb
--------------------------	-----------	-----------

- Pluma de alcance, brazo R3.9DB (12 pies 6 pulg), cucharón GP de 1,19 m³ (1,56 yd³), zapata de 800 mm (32 pulg)

Capacidades de llenado

Capacidad del tanque de combustible	620 L	163,8 gal
Sistema de enfriamiento	40 L	10,6 gal
Aceite de motor	40 L	10,6 gal
Mando de rotación	19 L	5 gal
Mando final (cada uno)	8 L	2,1 gal
Sistema hidráulico (incluido el tanque)	410 L	108,3 gal
Tanque hidráulico	175 L	46,2 gal

Mecanismo de rotación

Velocidad de rotación	10 rpm	
Par de rotación	108,7 kN·m	80.142 lb pie

Mando

Máxima tracción en la barra de tiro	300 kN	67.443 lb
Máxima velocidad de desplazamiento	5 kph	3,1 mph

Sistema hidráulico

Sistema del implemento principal – Flujo máx. (2x)	280 L/min	74 gal/min
Presión máx. – Equipo	35.000 kPa	5.076 lb/pulg ²
Presión máx. – Equipo – Pesado	36.000 kPa	5.221 lb/pulg ²
Presión máx. – Desplazamiento	35.000 kPa	5.076 lb/pulg ²
Presión máx. – Rotación	28.000 kPa	4.061 lb/pulg ²
Sistema piloto – Flujo máximo	43 L/min	11,4 gal/min
Sistema piloto – Presión máxima	4.000 kPa	565,7 lb/pulg ²
Cilindro de la pluma – Calibre	150 mm	5,9 pulg
Cilindro de la pluma – Carrera	1.440 mm	56,7 pulg
Cilindro del brazo – Calibre	170 mm	6,7 pulg
Cilindro del brazo – Carrera	1.738 mm	68,4 pulg
Cilindro del cucharón de la Familia DB – Calibre	150 mm	5,9 pulg
Cilindro del cucharón de la Familia DB – Carrera	1.151 mm	45,3 pulg
Cilindro del cucharón de la Familia TB1 – Calibre	160 mm	6,3 pulg
Cilindro del cucharón de la Familia TB1 – Carrera	1.356 mm	53,4 pulg

Sonido

Rendimiento	ANSI/SAE J1166 OCT 98
-------------	-----------------------

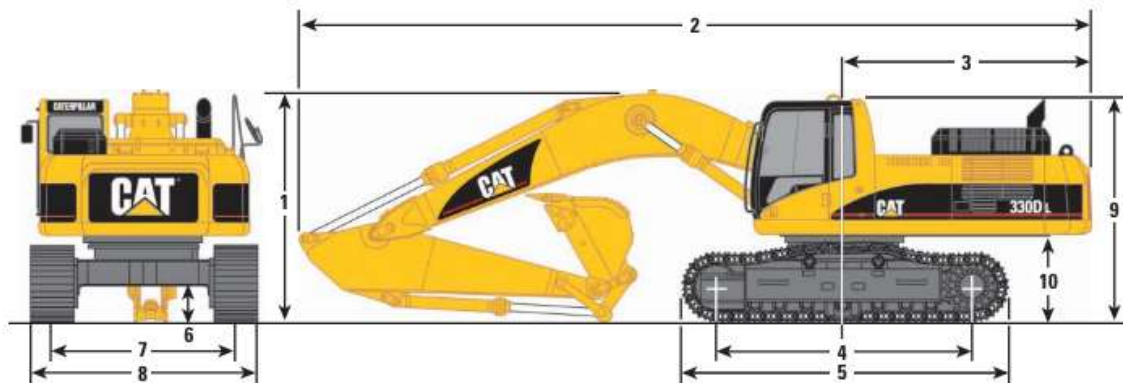
- Con una instalación correcta y buen mantenimiento, la cabina ofrecida por Caterpillar cumple con los requisitos de OSHA y MSHA en lo relacionado con los límites de exposición de ruido al operador en el momento de la fabricación, cuando se prueba con puertas y ventanas cerradas siguiendo la norma ANSI/SAE J1166 OCT 98.
- Es posible que se deba usar protección para los oídos cuando se opere con un puesto y una cabina de operador abiertos (cuando no se mantienen adecuadamente o con puertas y ventanas abiertas) durante períodos largos o en entornos ruidosos.

Normas

Frenos	SAE J1026 APR90
Cabina/FOGS	SAE J1356 FEB88

Dimensiones

Todas las dimensiones son aproximadas.



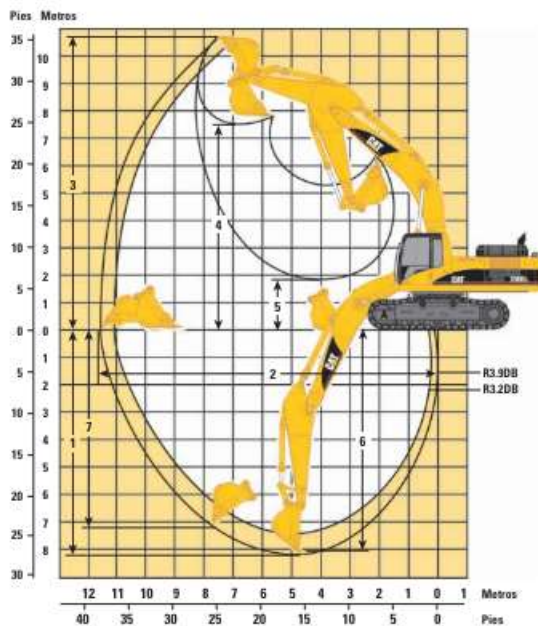
Opciones de pluma	Pluma de alcance 6,5 m (21'4")		Pluma de excavación de gran volumen 6,18 m (20'3")
Opciones de brazo	R3.9DB (12'10")	R3.2DB (10'6")	M2.55TB1 (8'4")
1 Altura de embarque*	3.630 mm (11'11")	3.350 mm (11'0")	3.580 mm (11'9")
2 Longitud de embarque	11.200 mm (36'9")	11.150 mm (36'7")	10.910 mm (35'10")
3 Radio de giro de la parte posterior	3.500 mm (11'6")	3.500 mm (11'6")	3.500 mm (11'6")
4 Longitud hasta el centro de los rodillos	4.040 mm (13'3")	4.040 mm (13'3")	4.040 mm (13'3")
5 Longitud de la cadena	5.020 mm (16'6")	5.020 mm (16'6")	5.020 mm (16'6")
6 Espacio libre sobre el suelo**	450 mm (1'6")	450 mm (1'6")	450 mm (1'6")
7 Entrevía	2.590 mm (8'6")	2.590 mm (8'6")	2.590 mm (8'6")
8 Ancho para el transporte			
Zapatras (estándar) de 800 mm (32")	3.390 mm (11'1")	3.390 mm (11'1")	3.390 mm (11'1")
Zapatras (optativas) de 700 mm (28")	3.290 mm (10'10")	3.290 mm (10'10")	3.290 mm (10'10")
Zapatras (optativas) de 850 mm (34")	3.440 mm (11'3")	3.440 mm (11'3")	3.440 mm (11'3")
9 Altura de la cabina	3.140 mm (10'4")	3.140 mm (10'4")	3.140 mm (10'4")
10 Espacio libre sobre el suelo, contrapeso*	1.220 mm (4'0")	1.220 mm (4'0")	1.220 mm (4'0")

* Incluye 30 mm (1 1/8 pulg) de altura de orejeta. R3.9 aumenta hasta 3.700 mm (12'2") con tuberías de presión media y/o drenaje auxiliar.

** Sin 30 mm (1 1/8 pulg) de altura de orejeta la zapata.

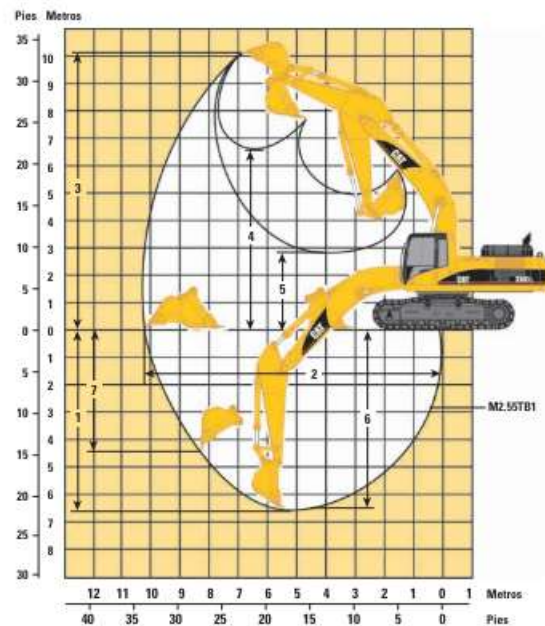
Gamas de trabajo de la excavadora con pluma de alcance

Configuración de la pluma de alcance (R)



Gamas de trabajo de la excavadora con pluma de gran volumen

Configuración de la pluma de excavación de gran volumen (M)



Opciones de pluma

Pluma de alcance
6,5 m (21'4")

Pluma de excavación de gran volumen
6,18 m (20'3")

Opciones de brazo	R3.9DB (12'10")	R3.2DB (10'6")	R3.9DB (12'10")	R3.2DB (10'6")	M2.55TB1 (8'4")
Opciones de cucharón	GP 1,19 m ³ (1,56 yd ³)	GP 1,19 m ³ (1,56 yd ³)	GP 1,19 m ³ (1,56 yd ³) con acoplador del sujetapasador	GP 1,19 m ³ (1,56 yd ³) con acoplador del sujetapasador	GP 1,19 m ³ (1,56 yd ³)
1 Profundidad máxima de excavación	8.185 mm (26'10")	7.485 mm (24'7")	8.461 mm (27'9")	7.760 mm (25'6")	6.633 mm (21'9")
2 Alcance máximo a nivel del suelo	11.714 mm (38'5")	11.007 mm (36'1")	12.005 mm (39'5")	11.294 mm (37'1")	10.242 mm (33'7")
3 Altura máxima de corte	10.749 mm (35'3")	10.272 mm (33'8")	10.909 mm (35'9")	10.413 mm (34'2")	10.023 mm (32'11")
4 Altura máxima de carga	7.542 mm (24'9")	7.108 mm (23'4")	7.266 mm (23'10")	6.833 mm (22'5")	6.629 mm (21'9")
5 Altura mínima de carga	1.911 mm (6'3")	2.611 mm (8'7")	1.635 mm (5'4")	2.336 mm (7'8")	2.937 mm (9'8")
6 Profundidad máxima de excavación con fondo plano de 2.440 mm (8')	8.052 mm (26'5")	7.326 mm (24'0")	8.338 mm (27'4")	7.612 mm (25'0")	6.459 mm (21'2")
7 Profundidad máxima de excavación vertical	7.152 mm (23'6")	6.131 mm (20'1")	5.747 mm (18'10")	4.826 mm (15'10")	4.421 mm (14'6")



Fuerzas del cucharón y del brazo

Opciones de brazo	R3.9DB		R3.9DB con acoplador del sujetapasador		R3.2DB		R3.2DB con acoplador del sujetapasador		M2.55TB1	
	kN	lb	kN	lb	kN	lb	kN	lb	kN	lb
Cucharones de la familia DB										
Potencia de servicio pesado										
Fuerza de excavación del cucharón (ISO)	238,3	53.572	198,2	44.557	237,7	53.437	197,4	44.377		
Fuerza de excavación del brazo (ISO)	151,9	34.148	144,9	32.575	170,0	38.218	160,1	35.992		
Fuerza de excavación del cucharón (SAE)	208,6	46.895	180,8	40.645	208,0	46.760	180,0	40.466		
Fuerza de excavación del brazo (SAE)	147,8	33.227	141,9	31.900	164,6	37.004	156,3	35.138		
Servicio pesado										
Fuerza de excavación del cucharón (ISO)	214,3	48.177	187,4	42.129	213,6	48.019	186,7	41.972		
Fuerza de excavación del brazo (ISO)	149,3	33.564	142,2	31.968	166,6	37.453	156,8	35.250		
Fuerza de excavación del cucharón (SAE)	188,5	42.376	171,0	38.442	187,9	42.242	170,4	38.307		
Fuerza de excavación del brazo (SAE)	145,0	32.597	139,1	31.271	161,0	36.194	152,8	34.351		
Uso general										
Fuerza de excavación del cucharón (ISO)	213,8	48.064	188,6	42.399	213,3	47.952	187,8	42.219		
Fuerza de excavación del brazo (ISO)	149,3	33.564	142,6	32.058	166,8	37.498	157,4	35.385		
Fuerza de excavación del cucharón (SAE)	191,1	42.961	174,4	39.207	190,6	42.849	173,9	39.094		
Fuerza de excavación del brazo (SAE)	145,9	32.800	140,2	31.518	162,3	36.486	154,2	34.666		
Cucharones de la familia TB										
Servicio pesado										
Fuerza de excavación del cucharón (ISO)									271,0	60.923
Fuerza de excavación del brazo (ISO)									195,2	43.883
Fuerza de excavación del cucharón (SAE)									239,6	53.864
Fuerza de excavación del brazo (SAE)									188,0	42.264

Pesos de componentes principales*

	kg	lb
Superestructura con contrapeso (sin articulación delantera)		
Con zapata de 800 mm (32")	29.117	64.192
Pluma con dos cilindros (cada una)	674	1.486
Contrapeso		
Contrapeso estándar	6.020	13.272
Pluma (incluye tuberías, pasadores y cilindro del brazo)		
Pluma de alcance 6,5 m (20'3")	3.255	7.176
Pluma de excavación de gran volumen 6,18 m (20'4")	3.283	7.238
Brazo (incluye tuberías, pasadores, cilindro del cucharón y articulación)		
R3.9 (12'10")	2.012	4.436
R3.2 (10'6")	1.867	4.116
M2.55 (8'5")	2.079	4.583

* Todos los pesos son aproximados.



Especificaciones del cucharón y compatibilidad

Tipo de cucharón	Adaptador	Capacidad*		Ancho		Radio de plegado		Dientes	Peso total		Brazo de la pluma de alcance		Brazo de la pluma de excavación de gran volumen
		m ³	yd ³	mm	pulg	mm	pulg		Cant.	kg	lb	R3.9DB	
Cucharones de la familia DB													
Uso general	K100	0,94	1,23	762	30	1.753,4	69,0	3	993	2.189	●	●	
	K100	1,19	1,56	914	36	1.753,4	69,0	4	1.088	2.398	●	●	
	K100	1,46	1,91	1.067	42	1.753,4	69,0	5	1.200	2.646	●	●	
	K100	1,73	2,26	1.219	48	1.753,4	69,0	5	1.288	2.839	●	●	
	K100	2,00	2,62	1.372	54	1.753,4	69,0	6	1.401	3.089	●	●	
	K100	2,27	2,97	1.524	60	1.753,4	69,0	7	1.515	3.339	○	○	
	K100	2,55	3,34	1.676	66	1.753,4	69,0	7	1.602	3.532	○	○	
Servicio pesado	K110	0,74	0,97	762	30	1.779,1	70,0	3	1.070	2.358	●	●	
	K110	0,95	1,24	914	36	1.779,1	70,0	4	1.216	2.682	●	●	
	K110	1,18	1,54	1.067	42	1.779,1	70,0	4	1.310	2.889	●	●	
	K110	1,41	1,84	1.219	48	1.779,1	70,0	5	1.441	3.178	●	●	
	K110	1,64	2,15	1.372	54	1.779,1	70,0	5	1.539	3.393	●	●	
	K110	1,87	2,45	1.524	60	1.779,1	70,0	6	1.672	3.686	○	○	
	K110	2,10	2,75	1.676	66	1.779,1	70,0	7	1.805	3.979	○	○	
	K110	2,34	3,06	1.829	72	1.779,1	70,0	7	1.904	4.197	○	○	
Para rocas de servicio pesado	K110	0,74	0,97	762	30	1.779,1	70,0	3	1.131	2.493	●	●	
	K110	0,95	1,24	914	36	1.779,1	70,0	4	1.293	2.849	●	●	
	K110	1,18	1,54	1.067	42	1.779,1	70,0	4	1.400	3.086	●	●	
	K110	1,41	1,84	1.219	48	1.779,1	70,0	5	1.547	3.411	●	●	
	K110	1,64	2,15	1.372	54	1.779,1	70,0	5	1.660	3.659	●	●	
Potencia de servicio pesado	K110	0,95	1,24	914	36	1.681,8	66,2	4	1.192	2.628	●	●	
	K110	1,40	1,83	1.219	48	1.681,8	66,2	5	1.421	3.132	●	●	
	K110	1,63	2,13	1.372	54	1.681,8	66,2	5	1.518	3.346	●	●	
	K110	1,86	2,43	1.524	60	1.681,8	66,2	6	1.650	3.637	○	○	
Limpieza de zanjas	N/D	1,63	2,13	1.524	60	1.410,0	55,5	-	1.088	2.399	○	○	
	N/D	1,91	2,50	1.830	72	1.410,0	55,5	-	1.217	2.683	○	○	
Cucharones de la familia TB													
Servicio pesado	K110	2,40	3,14	1.676	66	1.869	73,6	7	2.211	2.358			○
	K110	2,70	3,53	1.829	72	1.869	73,6	7	2.355	4.197			○

Supuestos para la clasificación de densidad máxima de material:

1. Varillaje delantero totalmente extendido a nivel del suelo
2. Cucharón plegado
3. Factor de llenado del cucharón de 100%

* Capacidades basadas en la norma SAE J296. Algunos cálculos de capacidad caen en los límites. El redondeo puede permitir que dos cucharones tengan la misma clasificación inglesa pero diferentes clasificaciones métricas.

- Densidad máxima de material 2.100 kg/m³ (3.500 lb/yd³)
- Densidad máxima de material 1.800 kg/m³ (3.000 lb/yd³)
- Densidad máxima de material 1.500 kg/m³ (2.500 lb/yd³)
- Densidad máxima de material 1.200 kg/m³ (2.000 lb/yd³)
- Densidad máxima de material 900 kg/m³ (1.500 lb/yd³)



Guía de correspondencia de las herramientas de la Excavadora 330D L

Opciones de pluma	Pluma de alcance 6,5 m (21'4")		Pluma de excavación de gran volumen 6,18 m (20'4")
Opciones de brazo	R3.9DB (12'10")	R3.2DB (10'6")	M2.55TB (8'4")
Martillo hidráulico	H130s/ H140Ds/ H160Ds	H130s/ H140Ds/ H160Ds	H130s/ H140Ds/ H160Ds
Multiprocesador	MP20 MP40 (Montante de la pluma)	MP20/MP30 MP40 (Montante de la pluma)	MP30 No disponible
Cizalla de 360° para chatarra	S320/S325* S365B (Montante de la pluma)	S320/S325* S365B (Montante de la pluma)	S325 No disponible
Cizalla mecánica	S128	S128	S128
Pulverizadora mecánica	P130	P130	P130
Garfio para basuras**		Disponible sólo como accesorio instalado en el campo	
Garfio de contratista**		Disponible sólo como accesorio instalado en el campo	
Garfio giratorio de clasificación y demolición	G320/G330	G320/G330	G320/G330
Compactador de placa vibratoria	CVP110	CVP110	CVP110
Pulgar hidráulico**		Disponible sólo como accesorio instalado en el campo	
Acoplador rápido tipo gancho exclusivo**		Disponible sólo como accesorio instalado en el campo	
Acoplador rápido tipo sujetapasador	Disponible como accesorio instalado de fábrica o en el campo		No disponible

* S325 sólo sin acoplador PG.

** Póngase en contacto con Herramientas Cat para la disponibilidad y correspondencia apropiada.



Programa de intervalos de mantenimiento

SMCS - 7000

Asegúrese de leer y comprender toda la información de seguridad, las advertencias y las instrucciones antes de realizar cualquier operación o procedimiento de mantenimiento.

El usuario es responsable del desempeño del mantenimiento. Se incluyen todos los ajustes, el uso de lubricantes, fluidos, filtros adecuados y el reemplazo de componentes debido al desgaste normal y al envejecimiento. Si no se realizan los procedimientos de mantenimiento adecuados en los intervalos establecidos, puede reducirse el rendimiento del producto o acelerarse el desgaste de los componentes.

Utilice el kilometraje, el consumo de combustible, las horas de servicio o el tiempo de calendario, LO QUE OCURRA PRIMERO, para determinar los intervalos de mantenimiento. Los productos que se usan en condiciones de operación exigentes pueden requerir un mantenimiento más frecuente. Consulte el procedimiento de mantenimiento para conocer cualquier otra excepción que pueda cambiar los intervalos de mantenimiento.

Nota: Antes de efectuar las tareas de mantenimiento de cada intervalo consecutivo, hay que realizar también todas las tareas de mantenimiento del intervalo anterior.

Nota: Si se utilizan aceites hidráulicos Cat HYDO Advanced, el intervalo entre cambios de aceite hidráulico se extiende a 6.000 horas. Se recomienda enfáticamente el uso de los servicios S·O·S después de 3.000 horas. Consulte con su distribuidor Cat para obtener más detalles.

Cuando sea necesario

[Aire acondicionado/filtro del calentador de la cabina \(recirculación\) - Inspeccionar/reemplazar](#)

[Batería - Reciclar](#)

[Batería o cable de batería - Inspeccionar/reemplazar](#)

[Varillaje del cucharón - Inspeccionar/Ajustar](#)

[Puntas del cucharón - Inspeccionar/Reemplazar](#)

[Puntas del cucharón - Inspeccionar/Reemplazar](#)

[Filtro de aire de la cabina \(aire fresco\) - Limpiar/Reemplazar](#)

[Disyuntores - Reajustar](#)

[Elemento de filtro de aire primario del motor - Limpiar/reemplazar](#)

[Elemento de filtro de aire secundario del motor - Reemplazar](#)

[Cilindro del auxiliar de arranque con éter - Reemplazar](#)

[Film \(Product Identification\) - Clean](#)

[Sistema de combustible - Cebiar](#)

[Fuses - Replace](#)

[Filtro de aceite - Inspeccionar](#)

[Núcleo del radiador - Limpiar](#)

[Ajuste de la cadena - Ajustar](#)

[Depósito del lavaparabrisas - Llenar](#)

[Limpiaparabrisas - Inspeccionar/Reemplazar](#)

[Ventanas - Limpiar](#)

Cada 10 horas de servicio o cada día durante las primeras 100 horas

[Varillaje de la pluma y del brazo - Lubricar](#)

[Varillaje del cucharón - Lubricar](#)



Cada 10 horas de servicio o cada día

[Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento - Revisar](#)
[Nivel de aceite del motor - Revisar](#)
[Separador de agua del sistema de combustible - Drenar](#)
[Agua y sedimentos del tanque de combustible - Drenar](#)
[Nivel de aceite del sistema hidráulico - Revisar](#)
[Indicadores y medidores - Probar](#)
[Cinturón de seguridad - Inspeccionar](#)
[Ajuste de la cadena - Inspeccionar](#)
[Alarma de desplazamiento - Probar](#)
[Tren de rodaje - Revisar](#)

Cada 10 horas de servicio o cada día para máquinas utilizadas en aplicaciones severas

[Varillaje del cucharón - Lubricar](#)

Cada 50 horas de servicio o cada semana

[Varillaje del cucharón - Lubricar](#)
[Acoplador rápido - Lubricar](#)

Cada 100 horas de servicio o cada dos semanas

[Varillaje de la pluma y del brazo - Lubricar](#)

Cada 100 horas de servicio o cada 2 semanas para máquinas utilizadas en aplicaciones severas

[Varillaje de la pluma y del brazo - Lubricar](#)

A las primeras 250 horas de servicio

[Juego de válvulas del motor - Revisar](#)
[Aceite del mando final - Cambiar](#)
[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(drenaje de la caja\) - Reemplazar](#)
[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(piloto\) - Reemplazar](#)

[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(retorno\) - Reemplazar](#)
[Aceite del mando de rotación - Cambiar](#)

Cada 250 horas de servicio

[Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento \(nivel 1\) - Obtener](#)
[Muestra de aceite del motor - Obtener](#)
[Muestra de aceite del mando final - Obtener](#)

Cada 250 horas de servicio o cada mes

[Correa - Inspeccionar/ajustar/reemplazar](#)
[Condensador \(refrigerante\) - Limpiar](#)
[Nivel de aceite del mando final - Revisar](#)
[Cojinete de la rotación - Lubricar](#)
[Nivel de aceite del mando de rotación - Revisar](#)



Cada 250 Horas de Servicio Parcial del Martillo (mitad de la vida útil)

[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(drenaje de la caja\) - Reemplazar](#)
[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(piloto\) - Reemplazar](#)

Cada 250 Horas de Servicio Continuo del Martillo

[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(drenaje de la caja\) - Reemplazar](#)
[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(piloto\) - Reemplazar](#)
[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(retorno\) - Reemplazar](#)

500 horas iniciales (para sistemas nuevos, sistemas vueltos a llenar y sistemas convertidos)

[Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento \(nivel 2\) - Obtener](#)

Cada 500 horas de servicio

[Muestra de aceite del sistema hidráulico - Obtener](#)
[Muestra de aceite del mando de rotación - Obtener](#)

Cada 500 horas de servicio o cada 3 meses

[Varillaje de la pluma y del brazo - Lubricar](#)
[Respiradero del cárter del motor - Limpiar](#)
[Aceite del motor y filtro - Cambiar](#)
[Elemento de filtro primario del sistema de combustible \(separador de agua\) - Reemplazar](#)
[Filtro secundario del sistema de combustible - Reemplazar](#)
[Tapa y filtro del tanque de combustible - Limpiar](#)

Cada 500 Horas de Servicio Parcial del Martillo (mitad de la vida útil)

[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(drenaje de la caja\) - Reemplazar](#)
[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(piloto\) - Reemplazar](#)
[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(retorno\) - Reemplazar](#)

Cada 600 Horas de Servicio Continuo del Martillo

[Aceite del sistema hidráulico - Cambiar](#)

Cada 1000 horas de servicio o cada 6 meses

[Batería - Limpiar](#)
[Sujeción de la batería - Apretar](#)
[Juego de válvulas del motor - Revisar](#)
[Nivel de aceite del mando final - Revisar](#)
[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(drenaje de la caja\) - Reemplazar](#)
[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(piloto\) - Reemplazar](#)
[Aceite del mando de rotación - Cambiar](#)

Cada 1000 Horas de Servicio Parcial del Martillo (mitad de la vida útil)

[Aceite del sistema hidráulico - Cambiar](#)
[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(retorno\) - Reemplazar](#)



Cada 2000 horas de servicio o cada año

[Aceite del mando final - Cambiar](#)

[Filtro de aceite del sistema hidráulico \(retorno\) - Reemplazar](#)

[Rejilla del tanque hidráulico - Limpiar](#)

[Secador receptor \(refrigerante\) - Reemplazar](#)

[Engranaje de la rotación - Lubricar](#)

Cada Año

[Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento \(nivel 2\) - Obtener](#)

Cada 3 años desde la fecha de instalación o cada 5 años desde la fecha de fabricación

[Cinturón de seguridad - Reemplazar](#)

Cada 6000 horas de servicio o cada 3 años

[Prolongador de vida útil de refrigerante del sistema de enfriamiento \(ELC\) - Agregar](#)

[Aceite del sistema hidráulico - Cambiar](#)

Cada 12.000 horas de servicio o 6 años

[Refrigerante del sistema de enfriamiento \(ELC\) - Cambiar](#)



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 15/04/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: WALDIR IAN SUCARI MACEDO

Dirección: Av. Ferrocarril A3-18B

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 72034230

Teléfono: 964 977 633 email: margot.suyoc@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: INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO mecánico electricista

Asesor: Ing. ERDELI CHUQUIMAMANI ARAPA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: RENDIMIENTO DE UNA EXCAVADORA HIDRAULICA MEDIANTE ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PALOMINO DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): Rendimiento, excavadora hidráulica, AMEF

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

1

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.

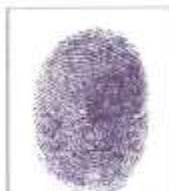
En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: [Tecnología e Ingeniería Mecánica – P18](#)

Firma de Autor



huella digital

06 de mayo del 2024

Fecha