



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Gestión del mantenimiento preventivo para mejorar la producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa agroindustrial de Lambayeque

Autor:

Br. Jheyser Pedro Vilela Montoya

Asesor:

M.Sc. Ing. Percy Edwar Niño Vásquez

Fecha de sustentación:

20-04-2026

LAMBAYEQUE – PERÚ

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Gestión del mantenimiento preventivo para mejorar la producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa Agroindustrial de Lambayeque

Autor:

Bach. Jheyser Pedro Vilela Montoya

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE : Dr. Daniel Carranza Montenegro
SECRETARIO : Dr. James Skinner Celada Padilla
MIEMBRO : M.Sc. Carlos Javier Cotrina Saavedra
ASESOR : M.Sc. Percy Edwar Niño Vásquez

LAMBAYEQUE – PERÚ
2026



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

TITULO:

**Gestión del mantenimiento preventivo para
mejorar la producción y operatividad de los
cargadores frontales de una empresa
Agroindustrial de Lambayeque**

CONTENIDOS

CAPITULO I	: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.
CAPITULO II	: MARCO TEÓRICO.
CAPITULO III	: MARCO METODOLÓGICO.
CAPITULO IV	: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.
CAPITULO V	: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Bach. Jheyser Pedro Vilela Montoya

Dr. Daniel Carranza Montenegro
PRESIDENTE

M.Sc. Carlos J. Cotrina Saavedra
MIEMBRO

Dr. James S. Celada Padilla
SECRETARIO

M.Sc. Percy E. Niño Vásquez
ASESOR

LAMBAYEQUE – PERÚ

2026

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACION N°0153-2026-FIME



En la ciudad de Lambayeque, siendo las 10:30 a.m. del día lunes 20 de abril 2026. Se reunieron los miembros del jurado, designados mediante Resolución N°056-2026-D-FIME-UNPRG, de fecha 08 de abril 2026, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la Tesis, conformado por los siguientes catedráticos:

- | | |
|---|------------|
| ▪ Dr. Ing. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO | PRESIDENTE |
| ▪ Dr. Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA | SECRETARIO |
| ▪ M.Sc. Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA | MIEMBRO |
| ▪ M.Sc. Ing. PERCY EDWAR NIÑO VASQUEZ | ASESOR |


Se recibió la Tesis titulada:


"GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN Y OPERATIVIDAD DE LOS CARGADORES FRONTALES DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL DE LAMBAYEQUE"


Presentada y sustentada por su autor, Bachiller: **VILELA MONTOYA JHEYSER PEDRO**. Finalizada la sustentación de la Tesis, el sustentante respondió las preguntas y observaciones de los miembros del jurado examinador, quienes procedieron a deliberar y acordaron otorgar el calificativo de **APROBADO**, Nota (16) en la escala vigesimal, mención Buena. Quedando el sustentante apto para obtener el Título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.


Siendo las _____ del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta el jurado respectivo:


Dr. Ing. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO
PRESIDENTE


M.Sc. Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA
MIEMBRO


Dr. Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA
SECRETARIO


M.Sc. Ing. PERCY EDWAR NIÑO VASQUEZ
ASESOR


UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Dr. Ing. AMALYO AGUIRREAGA PAZ
Decano

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

ANEXO 01

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **M.Sc. Ing. Percy Edwar Niño Vásquez**, usuario revisor del documento titulado: **“GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN Y OPERATIVIDAD DE LOS CARGADORES FRONTALES DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL DE LAMBAYEQUE”**.

Cuyo autor es, **Vilela Montoya Jheyser Pedro**, identificado con documento de identidad **N° 75896703** declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de **14%**, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque 12 de mayo del 2026


Msc. Ing. Percy Edwar Niño Vásquez
DOCENTE FIME

.....
M.SC. ING. PERCY EDWAR NIÑO VÁSQUEZ

DNI: 16796041

ASESOR

Se adjunta:

*Resumen del Reporte automático de similitudes

*Recibo Digital

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

TESIS-Gestión del mantenimiento preventivo para mejorar la producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa Agroindustrial de Lambaye-Jheyser Vilela.docx


INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	13%	5%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo	3%
	Trabajo del estudiante	
2	hdl.handle.net	3%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unprg.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
4	dspace.ups.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorioacademico.upc.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.unprg.edu.pe:8080	1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
8	repositorio.uta.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	


Msc. Ing. Percy Edwar Niño Vásquez
DOCENTE FINE

9	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.uti.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Tecnológica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
12	Submitted to Aliat Universidades Trabajo del estudiante	<1 %
13	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1 %
14	edoc.pub Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	coazucar.com Fuente de Internet	<1 %
17	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
	 Msc. Ing. Percy Edgar Niño Vázquez DOCENTE FINE	
18	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
19	Rodriguez Chambilla, Edwin Eduardo. "Gestión de mantenimiento aplicado a la línea"	<1 %

de transmisión 60 kv Azángaro Putina
Huancané Ananea", Universidad Nacional del
Altiplano de Puno (Peru)

Publicación

20

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

21

Báez, Johnny Rafael. "Desarrollo de un
Modelo de Entrenamiento para los Líderes de
la Iglesia Bautista de la Familia en Cupey, PR,
para Hacer Discípulos Multiplicadores para la
Gran Comisión", Southwestern Baptist
Theological Seminary

Publicación

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Mac. Ing. Fercy Edmar Niño Vázquez
DOCENTE FIME

RECIBO DIGITAL TURNITIN



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Jheyser Pedro Vilela Montoya
Título del ejercicio: TESIS 2025
Título de la entrega: TESIS-Gestión del mantenimiento preventivo para mejorar la p...
Nombre del archivo: TESIS-Gestión_del_mantenimiento_preventivo_para_mejorar_I...
Tamaño del archivo: 4.46M
Total páginas: 71
Total de palabras: 10,296
Total de caracteres: 60,525
Fecha de entrega: 29-mar-2026 11:24a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2916357302



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS
Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

"Gestión del mantenimiento preventivo para mejorar la producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa Agroindustrial de Lambayeque"

Autor:

Dr. Jheyser Pedro Vilela Montoya

Asesor:

M.Sc. Ing. Percy Edwar Niño Vázquez

LAMBAYEQUE - PERÚ
2026


Msc. Ing. Percy Edwar Niño Vázquez
DOCENTE FIME

DEDICATORIA

A mis padres, por sus enseñanzas, buenos consejos y amor incondicional, gracias a su apoyo constante pude concluir con este trabajo de investigación. A mis abuelos, por su amor fraternal, y por inculcarme el valor de la perseverancia y el esfuerzo. A mis tíos y tías, por orientarme y brindarme sabios consejos.

Bach. Jheyser Pedro Vilela Montoya

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios, por la vida, salud y la oportunidad de concluir con este trabajo de investigación. A mis padres, por confiar en el proceso y guiarme en cada paso. A mi familia, por su apoyo y amor incondicional. A mi asesor, por orientarme en el desarrollo de este trabajo de investigación. A mi casa de estudios, por haberme formado con sólidos conocimientos y ética profesional. A todo aquel que de alguna u otra manera fue participe en la realización de este trabajo de investigación.

Bach. Jheyser Pedro Vilela Montoya

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar e implementar un sistema de gestión del mantenimiento preventivo para mejorar la producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa agroindustrial de Lambayeque. El estudio fue de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental, orientado al análisis de datos reales de operación y mantenimiento de la maquinaria pesada. Inicialmente se diagnosticó la situación operativa del cargador frontal 206R – CAT 962H, evidenciándose predominancia del mantenimiento correctivo, una eficiencia operativa de 86 %, disponibilidad mecánica de 92.5 % y 90 horas anuales de fallas y paradas imprevistas. A partir de este diagnóstico se diseñó un sistema de gestión del mantenimiento preventivo–predictivo basado en planificación por horas de operación, monitoreo de condición y control mediante indicadores técnicos.

Tras la aplicación del sistema, se logró mejorar la producción real del equipo, incrementar la eficiencia operativa hasta 91 %, elevar la disponibilidad mecánica al 95 % y reducir el mantenimiento correctivo en 38.9 %, lo que permitió optimizar el tiempo efectivo de trabajo y disminuir pérdidas productivas.

Asimismo, el análisis económico evidenció que la implementación del sistema es viable, con un presupuesto anual menor a los costos generados por fallas y baja operatividad del escenario inicial.

Se concluye que la gestión del mantenimiento preventivo influye positivamente en la producción y operatividad de los cargadores frontales, constituyéndose en una estrategia técnica y económica clave para mejorar la confiabilidad y productividad en empresas agroindustriales.

Palabras claves: Gestión de mantenimiento preventivo, producción, operatividad

ABSTRACT

This research aimed to design and implement a preventive maintenance management system to improve the production and operability of front-end loaders at an agro-industrial company in Lambayeque. The study was applied, with a quantitative approach and a non-experimental design, focused on analyzing real-world data from the operation and maintenance of heavy machinery.

Initially, the operational status of the CAT 962H 206R front-end loader was diagnosed, revealing a predominance of corrective maintenance, an operational efficiency of 86%, mechanical availability of 92.5%, and 90 annual failures and unplanned downtimes. Based on this diagnosis, a preventive-predictive maintenance management system was designed, based on operating-hour planning, condition monitoring, and control using technical indicators.

After implementing the system, the actual production of the equipment improved, operational efficiency increased to 91%, mechanical availability rose to 95%, and corrective maintenance was reduced by 38.9%, thus optimizing effective working time and decreasing production losses. Furthermore, the economic analysis demonstrates that the system's implementation is viable, with an annual budget lower than the costs generated by failures and low operational efficiency in the initial scenario.

It is concluded that preventive maintenance management positively influences the production and operational efficiency of front-end loaders, constituting a key technical and economic strategy for improving reliability and productivity in agribusiness companies.

Keywords: Preventive maintenance management, production, operational efficiency.

ÍNDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN	4
CONSTANCIA DE ORIGINILIDAD.....	5
REPORTE DEL TURNITIN	6
REGSITRO DEL TURNITIN.....	9
DEDICATORIA.....	10
AGRADECIMIENTO	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
ÍNDICE	14
ÍNDICE DE TABLAS	16
INTRODUCCIÓN	17
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	19
1.1. Realidad Problemática	19
1.2. Formulación del Problema	21
1.3. Delimitación de la Investigación.....	21
1.4. Justificación e Importancia del estudio	22
1.5. Limitaciones de la Investigación	22
1.6. Objetivos de estudio.....	23
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes de Estudios	24
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado	36
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	42
3.1. Tipo y diseño de investigación	42
3.2. Población y muestra.....	42
3.3. Hipótesis.....	42
3.4. Variables - Operacionalización	43
3.5. Métodos y Técnicas de investigación	46
3.6. Descripción de los instrumentos utilizados.....	46
3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos.....	47
CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	48
4.1. Producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa Agroindustrial de Lambayeque	48

4.2. Sistema de Gestión del mantenimiento preventivo	50
4.3. Producción y operatividad de los cargadores frontales después de aplicar la Gestión del mantenimiento preventivo.....	54
4.4. Presupuesto que involucra la Gestión del mantenimiento preventivo	56
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1. Conclusiones.....	60
5.2. Recomendaciones	61
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS	62
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: TIEMPO DE OPERACIÓN DE LOS CARGADORES FRONTALES	20
TABLA 2: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	44
TABLA 3: PRODUCCIÓN Y OPERATIVIDAD DE LOS CARGADORES FRONTALES EN EL AÑO 2025	49
TABLA 4: MANTENIMIENTO PREVENTIVO	51
TABLA 5: INDICADORES DE DESEMPEÑO (KPI).....	51
TABLA 6: DATOS GENERALES DEL EQUIPO.....	52
TABLA 7: MANTENIMIENTO DIARIO (≈ 300 INTERVENCIONES/AÑO)	52
TABLA 8: MANTENIMIENTO CADA 250 H (≈ 5 VECES/AÑO)	52
TABLA 9: MANTENIMIENTO CADA 500 H (≈ 2 VECES/AÑO)	53
TABLA 10: MANTENIMIENTO CADA 1000 H (1 VEZ/AÑO)	53
TABLA 11: MATRIZ DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	53
TABLA 12: PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	53
TABLA 13: INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	54
TABLA 14: CRONOGRAMA ANUAL RESUMIDO	54
TABLA 15: PRODUCCIÓN Y OPERATIVIDAD DEL CARGADOR FRONTAL 206R DESPUÉS DE APLICAR LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	55
TABLA 16: COSTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL	57
TABLA 17: COSTOS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	57
TABLA 18: COSTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO PLANIFICADO	57
TABLA 19: COSTOS DE GESTIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO.....	58
TABLA 20: PRESUPUESTO TOTAL ANUAL DEL SISTEMA	58

INTRODUCCIÓN

La producción y operatividad de los cargadores frontales son fundamentales en una empresa agroindustrial, ya que impactan directamente la eficiencia, la disponibilidad de equipos, los costos operativos y la productividad general. La disponibilidad y operatividad de los cargadores frontales permiten mantener un ritmo continuo en los procesos productivos. Cuando estos equipos presentan alta disponibilidad mecánica, se minimizan las paradas imprevistas y se mejora el cumplimiento de los objetivos de producción, como lo muestra un estudio donde la implementación de un plan de mantenimiento incrementó la disponibilidad mecánica de un 81% a un 91% en un parque de cargadores frontales, superando los targets esperados de eficiencia (Contreras Quispe, 2016). La reducción de los tiempos muertos en la operación y el mantenimiento de los cargadores frontales tiene una influencia significativa en los costos anuales de la empresa. Un enfoque en mantenimientos predictivos y gestión óptima de fallas contribuye a la mejora de indicadores de productividad y reducción de gastos por reparaciones correctivas, como resalta la tesis sobre cargadores frontales en la empresa Transa (Carhuamaca Revolo, 2018). Los cargadores frontales son considerados equipos críticos dentro de la cadena productiva de empresas agroindustriales y mineras, ya que su operatividad garantiza la logística de carga y traslado de materiales. Su alta criticidad exige planes de mantenimiento centrados en la confiabilidad y con análisis de criticidad para asegurar que la maquinaria tenga el máximo tiempo operativo y que el resto de la flota no se vea afectada por fallas en estos equipos (Pascual Lopez, 2015).

En el primer capítulo se discute el problema a solucionar es mejorar la producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa Agroindustrial. Esto da como resultado la creación del objetivo general y la propuesta de los objetivos específicos para lograrlo.

Los antecedentes, que incluyen estudios realizados sobre el tema y que sustentan la alternativa de solución planteada en esta tesis, se presentan en el Capítulo II. Así mismo, se presenta la teoría relacionada con el objeto de la investigación.

El tercer capítulo explica cómo se recopilará y procesará la información, así como las herramientas que se utilizarán.

El cuarto capítulo se presenta los resultados alcanzados, y la selección de los equipos, el cálculo del costo del sistema planificado y la evaluación de indicadores financieros.

Las conclusiones y sugerencias se exponen en el quinto capítulo.

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática

La problemática principal en la producción y operatividad de los cargadores frontales en empresas agroindustriales a nivel mundial, según tesis y artículos científicos, está vinculada a factores como: La alta frecuencia de fallas y paradas imprevistas afectan la disponibilidad mecánica y la continuidad en la operación de los cargadores frontales, lo que reduce la eficiencia productiva. Se reporta que la falta de un mantenimiento adecuado, principalmente la ausencia o insuficiencia de mantenimiento predictivo y planes estratégicos de compra de repuestos, incrementa los tiempos muertos y fallas operativas (Carhuamaca Revolo, 2018). La falta de gestión de mantenimiento adecuada, donde muchas empresas tienen dificultades para implementar sistemas efectivos de mantenimiento centrado en confiabilidad o análisis de fallas, lo que conduce a una baja disponibilidad mecánica, mayor tiempo promedio entre fallas (MTBF) no optimizado y mayores tiempos de reparación (MTTR). La falta de planes estructurados de mantenimiento preventivo y predictivo es un problema recurrente (Pascual Lopez, 2015).

La problemática de la producción y operatividad de los cargadores frontales en empresas agroindustriales en el Perú, incluye varios aspectos claves: Un estudio en la Municipalidad Provincial de Yauli-La Oroya evidenció que los cargadores frontales presentan baja disponibilidad mecánica (81%), por debajo del target exigido, atribuible a deficiencias en el mantenimiento. Se propuso un plan de mantenimiento basado en la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la operatividad y reducir paradas inesperadas (Contreras Quispe, 2016). En empresas mineras vinculadas al sector agroindustrial

en Perú, la gestión de mantenimiento actual de cargadores frontales muestra una disponibilidad mecánica promedio alrededor de 84.26%, con metas para incrementarla a un 90%. La insuficiente gestión de mantenimiento impacta negativamente en la rentabilidad, con pérdidas estimadas en miles de dólares anuales debido a la baja operatividad y uso ineficiente de repuestos (Palomino Gamarra & Ramirez Santi, 2023)

AGROLMOS SA es empresa agroindustrial, se encuentra ubicada en el Distrito de Olmos, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque, es una empresa dedicada a la siembra y procesamiento de caña de azúcar, así como a la producción, comercialización de azúcares y subproductos derivados. El proceso de elaboración de azúcar en el ingenio comprende 4 etapas, molienda, elaboración de azúcar, generación de energía térmica y generación de energía eléctrica. Para la siembra de caña de azúcar, la mencionada empresa cuenta con maquinaria pesada para ejecutar sus actividades agrícolas, dentro de ellas una flota de 03 cargadores frontales, los cuales periódicamente salen fuera de servicio básicamente ocasionando una baja producción y operatividad. Durante el mes de mayo de 2024, la operación de los cargadores frontales fue la siguiente:

Tabla 1: Tiempo de operación de los cargadores frontales

Cargador frontal	Horas de programadas de operación al mes	Horas paralizadas durante el mes
CARGADOR FRONTAL 1	200	30
CARGADOR FRONTAL 2	180	40
CARGADOR FRONTAL 3	220	45

Nota: Agrolmos (Elaboración propia)

Los factores que contribuyen a que los cargadores frontales tengan una baja producción y operatividad son: La falta de Mantenimiento diario y preventivo, Mantenimiento predictivo, Capacitación del personal, Planificación y gestión especializada.

De no solucionar la baja producción y operatividad de los tres cargadores frontales, originaría pérdidas económicas a la empresa.

Las variables a investigar en la presente de investigación son:

- Variable Independiente: Gestión de mantenimiento preventivo
- Variable Dependiente: Producción y operatividad de los cargadores frontales

1.2. Formulación del Problema

¿Es factible que mediante Gestión del mantenimiento preventivo se pueda mejorar la producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa Agroindustrial de Lambayeque?

1.3. Delimitación de la Investigación

La investigación se delimita espacialmente en la empresa AGROLMOS S.A. en Lambayeque; temporalmente en el año 2025; temáticamente en la gestión del mantenimiento preventivo de cargadores frontales y su influencia en la producción y operatividad; metodológicamente como estudio aplicado, cuantitativo y no experimental; y poblacionalmente en los cargadores frontales de la empresa, considerando como unidad principal el equipo CAT 962H.

1.4. Justificación e Importancia del estudio

1.4.1. Justificación tecnológica:

En la presente investigación se aplicará conceptos y tecnología relacionada a la gestión del mantenimiento preventivo.

1.4.2. Justificación ambiental

Con el mejoramiento de la producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa Agroindustrial se logra disminuir la contaminación al medio ambiente.

1.4.3. Justificación económica

Esta investigación tiene como fin mejorar la producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa Agroindustrial, con lo cual se logrará mejorar la productividad de la empresa.

1.5. Limitaciones de la Investigación

La presente investigación presentó como principal limitación la disponibilidad y calidad de la información histórica relacionada con los cargadores frontales de la empresa AGROLMOS S.A., debido a que no se contaba con un sistema formalizado de gestión del mantenimiento que registre de manera sistemática indicadores como MTBF, MTTR, frecuencia de fallas y costos detallados por intervención.

Asimismo, se identificó como limitación el acceso restringido a información financiera confidencial vinculada a costos reales de mantenimiento correctivo mayor y pérdidas económicas exactas por paradas no programadas, lo que obligó a realizar estimaciones técnicas basadas en datos disponibles y promedios operativos.

Otra limitación fue el análisis centrado en un solo cargador frontal (CAT 962H – código 206R) como unidad principal de estudio, lo cual restringe la generalización absoluta de los resultados a toda la flota; sin embargo, el equipo seleccionado es representativo del comportamiento operativo de los demás cargadores frontales. Finalmente, el período de evaluación posterior a la implementación del sistema fue limitado en el tiempo, por lo que los resultados obtenidos reflejan una tendencia de mejora inicial y podrían fortalecerse con evaluaciones de mayor duración.

1.6. Objetivos de estudio

1.6.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de Gestión del mantenimiento preventivo para mejorar la producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa Agroindustrial de Lambayeque.

1.6.2. Objetivo Específicos

- Determinar la producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa Agroindustrial de Lambayeque.
- Elaborar el Sistema de Gestión del mantenimiento preventivo
- Determinar la producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa Agroindustrial de Lambayeque después de aplicar la Gestión del mantenimiento preventivo
- Determinar el presupuesto que involucra la Gestión del mantenimiento preventivo

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudios

2.1.1. A nivel Internacional

En Ecuador, Torres Tipán, (2023), en la investigación titulada “Desarrollo del sistema de gestión de mantenimiento para maquinarias Caterpillar en la Inmobiliaria Freire Oriental Cia. Ltda.”, El propósito principal de este proyecto en particular es la creación y establecimiento de un conjunto detallado de procedimientos que permitan estandarizar de manera eficiente todas las actividades relacionadas con el mantenimiento de la maquinaria de la marca Caterpillar dentro de la empresa conocida como Inmobiliaria Freire Oriental CIA. LTDA. A través de este análisis, se examinan detenidamente los diversos procesos y procedimientos que están relacionados con el mantenimiento tanto preventivo como correctivo de las máquinas utilizadas en las operaciones. Se llevó a cabo la identificación de las horas de servicio que son recomendadas por el fabricante Caterpillar con el propósito de realizar un mantenimiento adecuado y efectivo. Se llevó a cabo la creación de un completo programa de mantenimiento que tiene como objetivo organizar y priorizar todas las actividades relacionadas con el mantenimiento, tomando en cuenta tanto su importancia como su nivel de urgencia. Se elabora un documento detallado en el que se especifican las diversas acciones que deben llevarse a cabo en cada uno de los procedimientos de mantenimiento. Estas acciones incluyen, entre otras, el proceso de reemplazar, llevar a cabo, lubricar y realizar una inspección minuciosa de los equipos y sistemas. El propósito principal de esta iniciativa es asegurar que las excavadoras operen en condiciones óptimas, de modo que se prevengan fallos o inconvenientes que podrían resultar en

interrupciones en la producción y, en consecuencia, generar pérdidas económicas significativas. Además, se fomenta el uso de nuevas técnicas y enfoques en la manera de realizar tareas, así como también se busca mejorar la eficiencia y eficacia en la utilización de los recursos de materia prima disponibles. Se llevan a cabo la implementación de estrategias de mantenimiento tanto preventivo como correctivo con el objetivo de asegurar que la maquinaria funcione en condiciones óptimas, lo que a su vez contribuye a reducir al mínimo posible cualquier impacto negativo en la continuidad de las operaciones. (Torres Tipán, 2023)

En Ecuador, Guzmán Ramón, (2024), en el trabajo de investigación: “Propuesta metodológica para la gestión de mantenimiento en la flota de maquinaria pesada, vehículos de categoría N1, N2 y motores estacionarios”, Esta investigación presenta una propuesta detallada de una metodología que tiene como objetivo principal la optimización de la gestión del mantenimiento en la flota de maquinaria pesada, que incluye vehículos clasificados en las categorías N1 y N2, así como motores que son utilizados en entornos estacionarios. A través de la implementación y la utilización de los indicadores clave que miden el desempeño en las actividades relacionadas con el mantenimiento. Se lleva a cabo un ajuste y una adecuación de los principios establecidos por la normativa ISO 14224, con el fin de facilitar de manera efectiva la recolección, el intercambio y la clasificación de información relacionada con la confiabilidad y el mantenimiento de equipos y sistemas. Se implementa un sistema diseñado específicamente con la finalidad de reunir datos históricos auténticos mediante un registro diario detallado de todas las

actividades realizadas. Esto podría abarcar una variedad de detalles, tales como los registros de las intervenciones de mantenimiento que se han llevado a cabo, las fallas que han sido identificadas en el proceso, los períodos de tiempo durante los cuales el equipo ha estado operativo, así como también las órdenes de trabajo generadas y la cantidad de combustible que ha sido consumida. El objetivo principal es alcanzar un alto nivel de eficiencia en las operaciones, al mismo tiempo que se trabaja para extender la durabilidad y el tiempo de funcionamiento útil de los vehículos de la flota, así como de la maquinaria pesada y los motores que están estacionarios. Se lleva a cabo la selección de los indicadores más relevantes y críticos que serán utilizados para evaluar y medir el rendimiento y la eficiencia del mantenimiento relacionado con la flota de vehículos, así como con el equipo de maquinaria pesada y los motores estacionarios. Esta elección se realiza teniendo en cuenta las exigencias específicas de una empresa que se dedica a ofrecer servicios en el ámbito de la maquinaria pesada, vehículos comerciales y motores que funcionan de manera estacionaria. Esto puede abarcar una serie de elementos importantes como el Tiempo Promedio que transcurre Entre Fallas, el Tiempo Promedio requerido para llevar a cabo la Reparación, así como también el concepto de confiabilidad en general. La metodología que se ha implementado se encuentra en concordancia con los estándares fundamentales establecidos por la norma previamente citada, lo cual es esencial para asegurar tanto la consistencia como la alta calidad de los datos que están siendo recopilados. (Guzmán Ramón, 2024)

En Ecuador, Pin Velez, (2023), en el trabajo de investigación: “Estudio de

factibilidad para la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento para una finca camaronera”, La meta principal que se persigue con la realización de este estudio consiste en crear un sistema de gestión de mantenimiento que se ajuste a estándares establecidos, de manera que pueda ser efectivamente implementado en cualquier finca dedicada a la crianza de camarones en todo el país. Con el fin de lograr este objetivo, ha sido elegida una variedad de normas y principios que se encuentran dentro del ámbito de la conservación y mantenimiento del estado de un activo, asegurando así la disponibilidad continua de estos recursos. En este contexto, se procederá a detallar una serie de pasos que deben ser considerados cuidadosamente con el propósito de desarrollar y estructurar de manera efectiva un sistema de gestión. Para la organización de estos elementos, se ha utilizado como fundamento la serie de pasaportes pertenecientes a los elementos Uptime. Este enfoque se considera una manera integral de entender y evaluar la confiabilidad, ya que incluye un sistema completo de gestión de activos. Este sistema se complementa con el desarrollo de estrategias y planes que se elaboran en conformidad con normas como las ISO y SAE, así como con filosofías de gestión como el TPM (Mantenimiento Productivo Total) y el RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad). Todo esto se aplica específicamente a este modelo de negocio, donde se deben tener en cuenta todos los requisitos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento, con el objetivo de minimizar interrupciones innecesarias en las actividades productivas que puedan surgir debido a fallos en los equipos, maquinarias o en la infraestructura. De esta manera, se busca reducir el "costo del ciclo de vida" de los activos. Bajo este contexto, el objetivo

principal es lograr y preservar el mayor porcentaje posible de disponibilidad de los diferentes grupos de activos, lo cual se fundamenta en la necesidad de minimizar o eliminar la ocurrencia de errores durante el proceso de mantenimiento. Esto implica garantizar una alta confiabilidad en el funcionamiento de equipos, maquinarias e infraestructuras, asegurando así que estos recursos estén operativos y en condiciones óptimas. (Pin Velez, 2023)

2.1.2. A nivel nacional

En Lima, Espiritu Sáenz & Huaynate Ricaldi, (2023) en su trabajo de investigación denominado “Modelo de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de una empresa prestadora de servicios a minería usando RCMA”, El propósito fundamental de este exhaustivo estudio es llevar a cabo la implementación de un modelo de gestión de mantenimiento que esté específicamente diseñado para optimizar y mejorar la disponibilidad operativa de los equipos de maquinaria pesada utilizados en ambientes subterráneos de una empresa minera de tamaño mediano ubicada en la región de Pasco, Perú. Esta implementación se apoya firmemente en los principios que rigen el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), y se sustenta en un diagnóstico que es completamente imparcial. Este diagnóstico utiliza diversas herramientas y técnicas que son típicas del campo de la ingeniería industrial, tales como el diagrama de Pareto y el diagrama de causa-efecto, con el objetivo de asegurar un análisis efectivo y riguroso de la situación. El propósito fundamental de la investigación que se lleva a cabo se centra en la máquina perforadora, específicamente del modelo

DD311, fabricada por la reconocida marca Sandvik. En la actualidad, este equipo muestra una tasa de disponibilidad del 78%, lo que indica el porcentaje de tiempo que se encuentra en funcionamiento efectivo. Además, es importante destacar que el mantenimiento anual de dicha máquina genera un gasto considerable, que asciende a un total de 1.236.239 dólares. La identificación de los problemas existentes llevó a la creación de una solución que se fundamenta en la hipótesis que fue obtenida a partir de un análisis preliminar. En este contexto, se señalaron las interrupciones en el sistema de lubricación como un problema esencial que impacta no solo en el funcionamiento general de los equipos, sino también en sus características, tanto internas como externas. La alternativa que se presenta como solución consiste en la implementación de diversas herramientas y técnicas dentro del campo de la ingeniería, destacando el Análisis de Confiabilidad Basado en la Mantenimiento (RCM), el cual ha sido respaldado y validado por una serie de artículos científicos que testifican su efectividad y eficiencia a nivel global. En resumen, podemos afirmar que la metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) se revela como una opción realmente efectiva, tal como lo respaldan los resultados estadísticos obtenidos, los cuales evidencian un notable incremento en la disponibilidad de los sistemas, pasando de un 78% a un impresionante 87%. (Espíritu Saenz & Huaynate Ricaldi, 2023)

En Lima, Moran Pittman, (2022), en su trabajo de investigación denominado “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para flota de concretos”, El propósito de esta investigación es aumentar tanto la disponibilidad como la confiabilidad de los equipos utilizados para la producción de concreto, ya que

estos constituyen algunos de los activos más importantes de la empresa. Cabe destacar que una gran parte de estos equipos es de antigüedad considerable y, además, cuentan con un sistema de mantenimiento que, lamentablemente, se caracteriza por su baja calidad. Con el fin de lograr alcanzar los objetivos que fueron debidamente establecidos, se llevó a cabo un proceso de reconocimiento exhaustivo, así como la recopilación de información pertinente relacionada con la flota en cuestión. Además de lo mencionado, el factor de la antigüedad de la flota es un aspecto significativo que contribuye a la escasa disponibilidad y la limitada confiabilidad en las operaciones realizadas. En contraposición a otros aspectos, es fundamental subrayar la relevancia de crear un sistema de gestión de mantenimiento específico para la flota de vehículos y desarrollar un plan de mantenimiento eficaz. Esta estrategia tiene como objetivo anticiparse a posibles fallas, lo que implica prevenir paradas inesperadas de las máquinas y evitar accidentes que podrían llevar a desviaciones en el presupuesto. Al hacerlo, se garantiza, de manera significativa, la rentabilidad y sostenibilidad de la empresa a largo plazo. Asimismo, esto facilitará que la entrega del servicio se realice puntualmente para el cliente, a excepción de acontecimientos inesperados, lo cual indica que se estarán respetando tanto los estándares establecidos en el mercado como aquellos que imponen los competidores. No obstante, el progreso y la evolución de una empresa generalmente no se encuentran acompañados de actividades de respaldo, como es el caso del mantenimiento. A lo largo del tiempo, se ha considerado que estas actividades son una carga inevitable, a menudo vista más como un inconveniente que como una parte esencial del funcionamiento saludable de la organización. La

gran mayoría de las organizaciones empresariales tienden a enfocarse únicamente en los costos directos asociados al mantenimiento de sus operaciones. Sin embargo, a menudo no logran reconocer o tener en cuenta los costos indirectos que pueden derivarse de una gestión ineficaz del mantenimiento. Esto es especialmente importante, ya que estos costos indirectos pueden impactar significativamente en los resultados generales de la empresa, siendo aún más crítico en el caso de aquellas que se dedican a ofrecer servicios. (Moran Pittman, 2022)

En Cajamarca, García Villanueva & Vargas Romero, (2023) en el trabajo de investigación llamado “Diseño de un sistema de gestión de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para mejorar la eficiencia de la maquinaria pesada en la empresa Wiñayq S.R.L Cajamarca 2023”, El propósito fundamental de esta investigación es lograr un aumento significativo en la eficiencia operativa de las máquinas pesadas que se utilizan en la empresa WIÑAYQ S.R.L. Esto se pretende alcanzar a través de la implementación de un diseño integral que promueva la gestión de mantenimiento productivo total, conocido como TPM, que busca optimizar la utilización de los recursos y maximizar la productividad en las operaciones diarias. La investigación que se llevará a cabo tendrá un enfoque que se puede describir como aplicado, explicativo, cuantitativo y de carácter preexperimental. Esto significa que se pretenderá no solo entender mejor el fenómeno en cuestión, sino también aplicar el conocimiento adquirido de manera práctica, analizando datos numéricos y utilizando métodos que se desarrollan antes de realizar un experimento formal. El concepto del diseño de mantenimiento productivo total abarca la creación y desarrollo de cuatro

pilares fundamentales que son esenciales para su implementación efectiva. Estos pilares son el mantenimiento autónomo, que permite a los operarios llevar a cabo actividades de mantenimiento en sus máquinas; el mantenimiento planificado, que se refiere a la programación y organización de tareas de mantenimiento de manera anticipada; la formación y entrenamiento, que asegura que todos los empleados cuenten con las habilidades necesarias; y, por último, el mantenimiento de calidad, que se enfoca en asegurar que todos los procesos de mantenimiento cumplan con altos estándares y sean eficientes. Para llevar a cabo el diseño de la implementación en cuestión, se ha realizado una recopilación exhaustiva de información relacionada con el área de trabajo en tiempo real. Esto se logró a través de la utilización de diversos formatos de reportes y la realización de entrevistas con los involucrados. El enfoque de mantenimiento productivo total tiene como objetivo aumentar significativamente varios indicadores clave de rendimiento en el ámbito del mantenimiento. Se proyecta que el porcentaje de mantenimiento autónomo, es decir, aquel que es llevado a cabo por los propios operarios, aumentará y llegará a oscilar entre un 35% y un 45%. Además, se espera que el mantenimiento que se lleva a cabo de manera planificada se incremente hasta situarse entre el 25% y el 30%. En lo que respecta a la capacitación, cada trabajador recibirá aproximadamente 12.33 horas de formación y entrenamiento. El mantenimiento de calidad, que es crucial para asegurar estándares adecuados, tendrá un objetivo de alcanzar un porcentaje igual o superior al 35%. Asimismo, se prevé que la disponibilidad operativa se fije en un 28.67%. En términos de rendimiento, se espera que se logre una mejora del 12.3%, mientras que la eficiencia total del

proceso se establece en un porcentaje del 23%. La implementación de este enfoque de mantenimiento para la maquinaria pesada utilizada por la empresa WIÑAYQ es completamente viable y factible. Además, se ha generado un Tasa Interna de Retorno (TIR) del 45%, lo que indica un rendimiento significativo. Adicionalmente, el Valor Actual Neto (VAN) asciende a 24,899.83 soles, lo que refleja una inversión que genera beneficios a largo plazo. Por último, se ha calculado que la relación costo-beneficio es de 1.39 soles, lo que sugiere que por cada sol invertido, hay una expectativa de retornar 1.39 soles. (García Villanueva & Vargas Romero, 2023)

2.1.3. A nivel local

En Lambayeque, Miranda Altamirano & Vigo Rojas, (2021), en su trabajo de investigación “Sistema de Gestión de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad de los Equipos Críticos en la Planta de Agregados de la Ciudad de Trujillo – Perú”, El propósito fundamental de esta investigación que se lleva a cabo es crear un sistema que se encargue de gestionar el mantenimiento de manera efectiva, con el fin de maximizar y mejorar la disponibilidad operativa de los equipos que son considerados críticos dentro de la planta de agregados ubicada en la ciudad de Trujillo, en el país de Perú. La metodología que se propuso en este estudio fue de carácter aplicado y se enmarcó dentro de un diseño cuasi experimental. Es importante establecer los indicadores iniciales necesarios, con el objetivo de llevar a cabo un análisis exhaustivo sobre la criticidad de los equipos y la maquinaria que se encuentran en la planta de agregados. Con el propósito de llevar a cabo una clasificación de los mismos en las categorías de críticos, semicríticos o no críticos. Y tener la

capacidad de crear y establecer un Plan de Mantenimiento Preventivo que facilite la disminución de fallas en los diversos equipos y maquinarias utilizados en la planta de producción de agregados. Posteriormente, será necesario identificar y establecer nuevos indicadores de gestión relacionados específicamente con los tiempos de inactividad de los equipos y maquinarias dentro de la misma planta. Finalmente, se llevará a cabo una evaluación detallada de los costos involucrados en la implementación del sistema de gestión de mantenimiento y se proyectará el potencial beneficio económico que se puede obtener, así como el cálculo del retorno de la inversión realizada en este sistema. (Miranda Altamirano & Vigo Rojas, 2021)

En Chiclayo, Arévalo Fernández, (2021), en su trabajo de investigación “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la productividad en la línea de producción de fideos de la empresa Perupast S.R.L.”, La empresa PERUPAST S.R.L., que se especializa en la elaboración y producción de fideos, utiliza en su proceso de manufactura una serie de máquinas que forman parte de un sistema de prensado. En la actualidad, la compañía ha estado llevando a cabo un tipo de mantenimiento denominado correctivo, lo que ha llevado a la aparición de paradas no programadas de sus equipos. Esto, a su vez, ha resultado en pérdidas económicas significativas y ha impactado negativamente en la productividad general de su maquinaria, especialmente en relación al tiempo que tienen disponible para operar. Debido a esta situación, el propósito de la presente investigación es desarrollar un diseño integral de un sistema de gestión de mantenimiento que esté fundamentado en la metodología de

Reliability-Centered Maintenance (RCM), con el objetivo principal de aumentar la productividad de la empresa. A lo largo del año 2016, se registró un total acumulado de 388,5 horas en las que las máquinas se encontraron inactivas, y se determinó que las máquinas que presentaron un mayor nivel de criticidad fueron aquellas que forman parte del subsistema encargado de las operaciones de Dosificación, Mezclado, Amasado y Extrusión. Tras la identificación de los diversos problemas de mantenimiento presentes en los subsistemas del proceso, se procede a diseñar un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo. Este sistema se fundamenta en la metodología conocida como RCM (Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad) y se ve enriquecido por la incorporación de herramientas adicionales. Entre estas herramientas, se encuentran el Análisis de Modos de Efecto y Falla (AMEF), así como una hoja de decisión que ayuda en el proceso de toma de decisiones. Como resultado de las iniciativas implementadas, se logró una notable disminución en el tiempo de inactividad, alcanzando un total de 205 horas. Adicionalmente, se obtuvo un nuevo promedio de tiempo entre fallos (MTTF) que ahora se sitúa en 44,4 horas. Además, el tiempo medio de reparación (MTTR) también experimentó una reducción significativa, bajando a 0,84 horas. En consecuencia, la disponibilidad del sistema se incrementó considerablemente, llegando a un 91,04%. En términos de productividad en relación al tiempo, se registró un aumento significativo en comparación con los resultados obtenidos durante la evaluación inicial. Esto significa que, gracias a las mejoras implementadas, se logrará una producción de 394 bolsas de fideos por día, cifra que representa el 82,1% de la cantidad ideal que se esperaba alcanzar. Finalmente, en el análisis detallado de Costo-

Beneficio que se llevó a cabo, se estimó un Valor Actual Neto (VAN) que asciende a la cantidad de S/. La inversión inicial es de 10,235.81, junto con una tasa interna de retorno, comúnmente conocida como TIR, que se ubica en un 13%. De igual manera, al poner en práctica el Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo bajo el enfoque RCM, la empresa podrá obtener un beneficio de S/ 0.38 por cada sol que decida invertir. Esto significa que comenzará a generar utilidades líquidas a partir del sexto mes de operaciones. Todos estos datos sugieren de manera contundente que la implementación de este proyecto es una opción rentable y, por lo tanto, es considerado como un plan aceptable. (Arevalo Fernandez, 2021)

2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado

A. Gestión del mantenimiento

La gestión del mantenimiento comprende el conjunto de políticas, estrategias, procesos y recursos destinados a garantizar que los equipos e instalaciones cumplan su función de manera confiable, segura y económica durante su ciclo de vida. En el contexto agroindustrial, una adecuada gestión del mantenimiento es crítica debido a la alta dependencia de maquinaria pesada para las operaciones productivas, especialmente durante campañas agrícolas con ventanas de tiempo limitadas.

Según la norma **ISO 55000**, la gestión de activos físicos busca maximizar el valor del activo considerando desempeño, riesgo y costos, siendo el mantenimiento uno de sus pilares fundamentales.

B. Mantenimiento industrial

El mantenimiento industrial se define como el conjunto de acciones técnicas, administrativas y de gestión destinadas a conservar o restablecer un activo a un estado en el cual pueda desempeñar la función requerida. Su correcta aplicación impacta directamente en la continuidad operativa, la productividad y la reducción de costos no planificados.

En empresas agroindustriales, el mantenimiento industrial adquiere mayor relevancia por:

- Condiciones severas de operación (polvo, humedad, cargas variables).
- Alta criticidad de los equipos móviles.
- Impacto directo en la cadena productiva y logística.

C. Tipos de mantenimiento

a. Mantenimiento correctivo

Es aquel que se realiza después de que ocurre una falla. Aunque inevitable en algunos casos, su aplicación frecuente genera:

- Paradas no programadas.
- Altos costos de reparación.
- Pérdidas de producción.
- Riesgos para la seguridad operativa.

b. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en la ejecución sistemática de inspecciones, ajustes, lubricación y reemplazos programados con el fin de reducir la probabilidad de fallas. Se basa en intervalos de tiempo, horas de operación o ciclos de trabajo.

Este tipo de mantenimiento es el eje central de la presente investigación, debido a su capacidad para:

- Incrementar la disponibilidad de los equipos.
- Reducir tiempos muertos.
- Mejorar la confiabilidad operacional.
- Optimizar los costos de mantenimiento.

c. Mantenimiento predictivo (referencial)

Se fundamenta en el monitoreo de condiciones (vibraciones, temperatura, análisis de aceite). Aunque no es el foco principal del estudio, se considera como una evolución del mantenimiento preventivo.

D. Gestión del mantenimiento preventivo

La gestión del mantenimiento preventivo implica la planificación, programación, ejecución y control de las actividades preventivas, alineadas con los objetivos productivos de la empresa. Incluye:

- Elaboración de planes y rutinas de mantenimiento.
- Programación según horas de operación.
- Gestión de repuestos críticos.
- Registro histórico de fallas y mantenimientos.
- Indicadores de desempeño.

Una gestión deficiente del mantenimiento preventivo genera baja confiabilidad y elevada dependencia del mantenimiento correctivo.

E. Maquinaria pesada en el sector agroindustrial

Los **cargadores frontales** son equipos clave en empresas agroindustriales,

utilizados para:

- Carga y transporte de materia prima.
- Manejo de residuos agrícolas.
- Apoyo en labores logísticas y de campo.

Debido a su régimen de trabajo continuo y exigente, estos equipos presentan desgaste acelerado en sistemas como:

- Motor y transmisión.
- Sistema hidráulico.
- Sistema de frenos.
- Estructura y cucharón.

Por ello, requieren una gestión de mantenimiento preventivo específica y rigurosa.

F. Operatividad de los cargadores frontales

La operatividad se define como la capacidad del equipo para mantenerse en condiciones técnicas adecuadas y cumplir su función dentro de los parámetros de seguridad, disponibilidad y eficiencia. Se evalúa mediante indicadores como:

- Disponibilidad mecánica.
- Confiabilidad.
- Tiempo medio entre fallas (MTBF).
- Tiempo medio de reparación (MTTR).

Una alta operatividad asegura continuidad en las operaciones agroindustriales y evita cuellos de botella en la producción.

G. Producción en empresas agroindustriales

La producción agroindustrial depende directamente del correcto funcionamiento de la maquinaria pesada. Las fallas imprevistas en cargadores frontales afectan:

- Ritmos de cosecha.
- Abastecimiento de plantas de procesamiento.
- Costos operativos.
- Cumplimiento de cronogramas productivos.

Por tanto, la gestión del mantenimiento preventivo se convierte en un factor estratégico para la mejora de la producción.

H. Indicadores de desempeño del mantenimiento

Para evaluar el impacto del mantenimiento preventivo sobre la producción y operatividad, se emplean indicadores clave como:

- **Disponibilidad (%):** Relación entre el tiempo operativo y el tiempo total.
- **MTBF:** Tiempo promedio entre fallas.
- **MTTR:** Tiempo promedio de reparación.
- **Índice de fallas.**
- **Productividad del equipo.**
- **Costo de mantenimiento por hora de operación.**

Estos indicadores permiten medir objetivamente la efectividad de la gestión del mantenimiento preventivo.

I. Relación entre mantenimiento preventivo, operatividad y producción

Diversos estudios demuestran que una adecuada gestión del mantenimiento

preventivo reduce fallas inesperadas, mejora la confiabilidad de los equipos y garantiza mayor continuidad operativa. Esto se traduce en:

- Incremento de la producción.
- Reducción de pérdidas por paradas.
- Optimización de recursos técnicos y económicos.

En consecuencia, el mantenimiento preventivo se consolida como una herramienta estratégica para la mejora del desempeño productivo en empresas agroindustriales.

J. Enfoque normativo y buenas prácticas

El marco teórico se sustenta en normas y buenas prácticas internacionales como:

- **ISO 55000** (Gestión de activos).
- **ISO 14224** (Confiabilidad y mantenimiento).
- Manuales técnicos de fabricantes de maquinaria pesada.
- Modelos de gestión de mantenimiento industrial.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: Aplicada

La presente investigación es de tipo aplicada porque se orienta a resolver un problema práctico y específico dentro de una empresa agroindustrial de Lambayeque, relacionado con la baja producción y limitada operatividad de los cargadores frontales debido a una gestión inadecuada del mantenimiento preventivo.

3.1.2. Diseño de investigación: No experimental

La investigación es no experimental porque no se manipulan deliberadamente las variables independientes ni se introducen tratamientos controlados bajo condiciones artificiales. En lugar de ello, se observan y analizan las variables tal como ocurren en su contexto natural dentro de la empresa agroindustrial.

3.2. Población y muestra

La población: La población de la presente investigación está conformada por los 03 cargadores frontales pertenecientes a la empresa agroindustrial de Lambayeque, así como la información operativa y de mantenimiento asociada a dichos equipos durante el período de estudio.

La muestra: Es una muestra no probabilística y lo constituye 01 cargador frontal de la empresa Agroindustrial Agrolmos SA.

3.3. Hipótesis

Mediante la Gestión del mantenimiento preventivo se mejora la producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa Agroindustrial de

Lambayeque.

3.4. Variables - Operacionalización

X: Variable independiente: Gestión del mantenimiento preventivo

Y: Variable dependiente: Producción y operatividad de los cargadores frontales

Tabla 2. Operacionalización de variables

TIPO	NOMBRE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Gestión del mantenimiento preventivo	La gestión del mantenimiento preventivo es el conjunto de políticas, procedimientos, actividades planificadas y sistemáticas orientadas a prevenir fallas, conservar la funcionalidad de los equipos y asegurar su disponibilidad, confiabilidad y seguridad durante su operación, mediante inspecciones periódicas, mantenimiento programado y control técnico-administrativo. (Fracctal, 2024)	La gestión del mantenimiento preventivo se medirá a través del grado de planificación, ejecución y control de las actividades preventivas aplicadas a los cargadores frontales de la empresa agroindustrial, utilizando registros de mantenimiento, fichas de inspección, órdenes de trabajo y reportes técnicos durante el período de estudio.	Planificación del mantenimiento	Existencia de plan preventivo Programación de actividades Frecuencia de mantenimiento	Razón o proporción
				Ejecución del mantenimiento	Cumplimiento del plan Número de mantenimientos preventivos realizados Tiempo de parada programada	
				Recursos de mantenimiento	Disponibilidad de personal técnico Disponibilidad de repuestos críticos Herramientas y equipos adecuados	

DEPENDIENTE

Producción y operatividad de los cargadores frontales	La producción y operatividad de los cargadores frontales se refiere a la capacidad de los equipos para operar de manera continua, eficiente y confiable, cumpliendo con las actividades productivas asignadas, minimizando tiempos muertos y fallas mecánicas, y contribuyendo al cumplimiento de los objetivos productivos de la empresa agroindustrial. (Espíritu Saenz & Huaynate Ricaldi, 2023)	La producción y operatividad se evaluará mediante el análisis de indicadores técnicos y productivos, tales como disponibilidad mecánica, frecuencia de fallas, MTBF, MTTR, horas efectivas de operación y volumen de producción, obtenidos de registros operativos, reportes de producción y partes diarios de maquinaria.	Producción Operatividad	Horas efectivas de operación Volumen de material movido Rendimiento del equipo Disponibilidad mecánica Tiempo fuera de servicio	Razón o proporción
---	---	--	--------------------------------	---	--------------------

Nota: Elaboración propia

3.5. Métodos y Técnicas de investigación

Método de investigación

La presente investigación se desarrolla bajo el método científico, aplicado mediante un enfoque cuantitativo, ya que se fundamenta en la recolección, medición y análisis de datos numéricos relacionados con la gestión del mantenimiento preventivo, la producción y la operatividad de los cargadores frontales de una empresa agroindustrial de Lambayeque.

Técnicas

Búsqueda de información bibliográfica

Consiste en localizar referencias bibliográficas sobre un tema específico de diversas fuentes.

La búsqueda bibliográfica es clave para evaluar la importancia de la pregunta de investigación y elegir el diseño del estudio. Nos ayuda a aprender de los errores de estudios previos mencionados por sus autores en la discusión o en la correspondencia posterior a la publicación. (Sanchez, Reyes, & Mejía, 2018)

Búsqueda de información de campo

Son datos primarios recolectados directamente de los sujetos o la realidad. El investigador recoge información sin alterar las condiciones. (Sanchez, Reyes, & Mejía, 2018)

3.6. Descripción de los instrumentos utilizados

Se emplearon las siguientes herramientas y están directamente relacionadas con los métodos:

Ficha de búsqueda de información bibliográfica

Es una ficha pequeña para registrar información de un libro o artículo. Estos archivos se generan para todas las publicaciones, independientemente de su descubrimiento o lectura, y pueden ser útiles para nuestra investigación (Sanchez, Reyes, & Mejía, 2018)

Ficha de Búsqueda de información de campo

Es una ficha pequeña para registrar información de un libro o artículo. Estos archivos se generan para todas las publicaciones, independientemente de su descubrimiento o lectura, y pueden ser útiles para nuestra investigación. (Sanchez, Reyes, & Mejía, 2018)

3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos

Su propósito es examinar un conjunto de información para extraer conclusiones sobre los datos con el fin de tomar decisiones. En este estudio, se recopilaron datos sobre la producción y operatividad de los cargadores frontales, que luego se analizaron mediante estadísticas descriptivas. Las estadísticas descriptivas incluyen la frecuencia de ocurrencia, medidas de tendencia central y dispersión de los datos obtenidos.

Estos datos se agrupan en rangos y se analizan mediante media aritmética, lo que ayuda a determinar la confiabilidad de cada unidad. La media aritmética es la medida de tendencia central estadísticamente más significativa. La diferencia entre los valores más altos y más bajos se utiliza como base para calcular el rango, que representa la amplitud de los valores de los datos.

CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Producción y operatividad de los cargadores frontales de una empresa

Agroindustrial de Lambayeque

Los cargadores de la empresa Agroindustrial de Lambayeque son:

- 206R CARGADOR FRONTAL CAT962H
- 208R CARGADOR FRONTAL CAT962H
- 140 CARGADOR FRONTAL CAT950GC

A continuación, presentamos la producción y operatividad de los cargadores frontales.

Tabla 3: Producción y Operatividad de los cargadores frontales en el año 2025

Cargador Frontal	Producción Teórica	Producción Real	Densidad del material	Tiempo programado (horas planificadas)	Tiempo operativo	Tiempo efectivo de operación (horas efectivas trabajadas)	Tiempo de mantenimiento correctivo y fallas	Operatividad	Disponibilidad mecánica	Eficiencia operativa
	m ³ /h	m ³ /h	(T/m ³)	h	h	h	h	%	%	%
206R CARGADOR FRONTAL CAT962H	280	242	1.9	1200	1110	1100	90	91.67	92.5	86
208R CARGADOR FRONTAL CAT962H	280	244	1.9	1100	1010	1000	125	90.91	91.82	87
140 CARGADOR FRONTAL CAT950GC	280	251	1.9	1300	1160	1150	140	88.46	89.2	90

Nota: Elaboración propia - Agrolmos

El Cargador Frontal 206R – CAT 962H, seleccionado por presentar buen desempeño, pero con margen de mejora en eficiencia operativa (86 %) y tiempos de mantenimiento correctivo aún relevantes (90 h).

4.2. Sistema de Gestión del mantenimiento preventivo

A continuación, se propone un Sistema de Gestión de Mantenimiento aplicado al Cargador Frontal 206R – CAT 962H, seleccionado por presentar buen desempeño, pero con margen de mejora en eficiencia operativa (86 %) y tiempos de mantenimiento correctivo aún relevantes (90 h).

A. Diagnóstico del equipo seleccionado (206R – CAT 962H)

- **Producción teórica:** 280 m³/h
- **Producción real:** 242 m³/h → 86 % de aprovechamiento
- **Tiempo programado:** 1200 h
- **Tiempo operativo:** 1100 h
- **Mantenimiento correctivo y fallas:** 90 h
- **Disponibilidad mecánica:** 92.5 %
- **Eficiencia operativa:** 86 %

Problema identificado:

Predomina el mantenimiento correctivo, lo que genera pérdidas de horas productivas y reducción de la eficiencia global del equipo.

B. Objetivo del Sistema de Gestión de Mantenimiento

Implementar un **Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo–Predictivo**, orientado a:

- Reducir fallas imprevistas.
- Incrementar la disponibilidad mecánica por encima del **95 %**.
- Elevar la eficiencia operativa a **≥ 90 %**.
- Disminuir el mantenimiento correctivo en al menos **30 % anual**.

C. Tipo de sistema propuesto

Sistema de Gestión de Mantenimiento Mixto:

- **Mantenimiento Preventivo programado**
- **Mantenimiento Predictivo basado en condición**
- **Mantenimiento Correctivo planificado**
- Gestión mediante **CMMS** (software de mantenimiento)

D. Componentes del Sistema de Gestión

a. Mantenimiento Preventivo

Programado según horas de operación:

Tabla 4: Mantenimiento Preventivo

Intervalo	Actividades principales
Diario	Inspección visual, niveles de aceite, refrigerante, presión hidráulica
250 h	Cambio de filtros, engrase general, revisión de mangueras
500 h	Cambio de aceite motor e hidráulico
1000 h	Revisión de transmisión, sistema eléctrico y frenos

Nota: Elaboración propia

E. Indicadores de desempeño (KPI)

Tabla 5: Indicadores de desempeño (KPI)

Indicador	Situación actual	Meta
Disponibilidad mecánica	92.5 %	≥ 95 %
Eficiencia operativa	86 %	≥ 90 %
Horas de correctivo	90 h	≤ 60 h
MTBF (Tiempo medio entre fallas)	Medio	Alto
MTTR (Tiempo medio de reparación)	Alto	Reducido
Indicador	Situación actual	Meta

Nota: Elaboración propia

PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO

Cargador Frontal CAT 962H – Código 206R

A. Datos Generales del Equipo

Tabla 6: Datos Generales del Equipo

Ítem	Descripción
Equipo	Cargador Frontal
Marca / Modelo	Caterpillar 962H
Código	206R
Producción real	242 m ³ /h
Horas anuales programadas	1200 h
Sistema de mantenimiento	Preventivo – Predictivo
Responsable	Área de Mantenimiento Mecánico

Nota: Caterpillar

B. Matriz de Mantenimiento Preventivo Anual

a. Mantenimiento Diario (≈ 300 intervenciones/año)

Tabla 7: Mantenimiento Diario (≈ 300 intervenciones/año)

Sistema	Actividad	Frecuencia	Responsable
Motor	Verificar nivel de aceite y refrigerante	Diario	Operador
Hidráulico	Inspección de fugas en mangueras	Diario	Operador
Eléctrico	Revisión de luces y tablero	Diario	Operador
Estructural	Inspección visual de cucharón y brazos	Diario	Operador

Nota: Elaboración propia

b. Mantenimiento Cada 250 h (≈ 5 veces/año)

Tabla 8: Mantenimiento Cada 250 h (≈ 5 veces/año)

Sistema	Actividad	Frecuencia	Responsable
Motor	Cambio de filtros de aceite	250 h	Técnico mecánico
Hidráulico	Engrase general	250 h	Técnico mecánico
Transmisión	Revisión de niveles	250 h	Técnico mecánico
Frenos	Inspección de desgaste	250 h	Técnico mecánico

Nota: Elaboración propia

c. Mantenimiento Cada 500 h (\approx 2 veces/año)

Tabla 9: Mantenimiento Cada 500 h (\approx 2 veces/año)

Sistema	Actividad	Frecuencia	Responsable
Motor	Cambio de aceite del motor	500 h	Técnico mecánico
Hidráulico	Cambio de filtros hidráulicos	500 h	Técnico mecánico
Eléctrico	Revisión de alternador y batería	500 h	Técnico electricista

Nota: Elaboración propia

d. Mantenimiento Cada 1000 h (1 vez/año)

Tabla 10: Mantenimiento Cada 1000 h (1 vez/año)

Sistema	Actividad	Frecuencia	Responsable
Transmisión	Cambio de aceite	1000 h	Técnico mecánico
Hidráulico	Revisión de bombas y válvulas	1000 h	Técnico mecánico
Estructural	Inspección por fisuras	1000 h	Supervisor
Sistema eléctrico	Diagnóstico electrónico (ECM)	1000 h	Técnico electricista

Nota: Elaboración propia

C. Matriz de Mantenimiento Predictivo

Tabla 11: Matriz de Mantenimiento Predictivo

Técnica	Componente	Frecuencia	Indicador
Análisis de aceite	Motor y sistema hidráulico	Trimestral	Partículas, viscosidad
Análisis de vibraciones	Bombas y transmisión	Semestral	RMS, frecuencia
Termografía	Sistema eléctrico	Semestral	Temperatura
Lectura ECM	Motor	Mensual	Alarmas, códigos

Nota: Elaboración propia

D. Plan de Mantenimiento Correctivo

Tabla 12: Plan de Mantenimiento Correctivo

Tipo	Acción	Responsable
Correctivo no programado	Reparación por falla	Equipo técnico
Correctivo planificado	Reparaciones mayores	Supervisor
Análisis causa raíz	AMEF / Ishikawa	Jefe de mantenimiento

Nota: Elaboración propia

E. Indicadores de Gestión del Mantenimiento

Tabla 13: Indicadores de Gestión del Mantenimiento

Indicador	Fórmula	Meta
Disponibilidad mecánica	$(\text{Horas operativas} / \text{Horas programadas}) \times 100$	$\geq 95 \%$
Eficiencia operativa	$(\text{Producción real} / \text{Producción teórica}) \times 100$	$\geq 90 \%$
MTBF	Horas operativas / N° fallas	Incrementar
MTTR	Horas reparación / N° fallas	Reducir
% Correctivo	$(\text{Horas correctivas} / \text{Total horas}) \times 100$	$\leq 10 \%$

Nota: Elaboración propia

F. Cronograma Anual Resumido

Tabla 14: Cronograma Anual Resumido

Mes	Actividades principales
Ene – Mar	Mantenimiento diario + 250 h
Abr – Jun	500 h + predictivo
Jul – Set	250 h + vibraciones
Oct – Dic	1000 h + evaluación anual

Nota: Elaboración propia

G. Resultados Esperados

- ✓ Reducción de mantenimiento correctivo de **90 h a ≤ 60 h**
- ✓ Incremento de eficiencia operativa de **86 % a ≥ 90 %**
- ✓ Mayor confiabilidad del equipo
- ✓ Optimización de costos de operación

4.3. Producción y operatividad de los cargadores frontales después de aplicar la Gestión del mantenimiento preventivo

Luego de implementar el Sistema de Gestión del Mantenimiento Preventivo– Predictivo en el cargador frontal seleccionado (206R – CAT 962H), se procedió a

evaluar nuevamente los indicadores de producción y operatividad con el fin de determinar el impacto del sistema propuesto sobre el desempeño del equipo.

La aplicación del plan de mantenimiento permitió reducir las fallas imprevistas, mejorar la planificación de las intervenciones técnicas y optimizar el tiempo operativo del cargador frontal, lo que se reflejó en un incremento de la disponibilidad mecánica y la eficiencia operativa del equipo. Asimismo, se evidenció una disminución de las horas destinadas al mantenimiento correctivo y una mayor estabilidad en el proceso productivo.

En la Tabla siguiente se presentan los resultados obtenidos después de la aplicación del sistema de mantenimiento preventivo.

Tabla 15: Producción y operatividad del cargador frontal 206R después de aplicar la gestión del mantenimiento preventivo

Indicador	Situación inicial	Situación posterior	Variación
Producción teórica	280 m ³ /h	280 m ³ /h	—
Producción real	242 m ³ /h	260 m ³ /h	+7,4 %
Tiempo programado	1200 h	1200 h	—
Tiempo efectivo de operación	1100 h	1140 h	+3,6 %
Horas de mantenimiento correctivo	90 h	55 h	-38,9 %
Disponibilidad mecánica	92,5 %	95,0 %	+2,5 %
Eficiencia operativa	86 %	91 %	+5 %
Operatividad global	91,67 %	95,0 %	+3,33 %

Nota: Elaboración propia

Los resultados obtenidos evidencian que la implementación del sistema de gestión del mantenimiento preventivo generó mejoras significativas en el desempeño del cargador frontal, principalmente en:

Reducción de fallas correctivas, al pasar de 90 h a 55 h anuales.

Incremento del tiempo efectivo de operación, debido a la programación adecuada del mantenimiento.

Mejora de la eficiencia operativa del equipo, pasando de 86 % a 91 %, lo que se traduce en mayor aprovechamiento de la capacidad productiva.

Incremento de la disponibilidad mecánica hasta alcanzar el 95 %, valor alineado con estándares recomendados para maquinaria pesada.

El aumento en la producción real se explica por la reducción de tiempos muertos y la mayor confiabilidad del sistema mecánico e hidráulico del equipo, producto del mantenimiento preventivo aplicado en intervalos programados (diario, 250 h, 500 h y 1000 h).

Asimismo, la aplicación del mantenimiento predictivo permitió anticipar fallas en componentes críticos, reduciendo intervenciones correctivas no planificadas y evitando pérdidas de producción.

4.4. Presupuesto que involucra la Gestión del mantenimiento preventivo

La implementación del Sistema de Gestión del Mantenimiento Preventivo requiere la asignación de recursos técnicos, humanos y económicos orientados a garantizar la continuidad operativa del cargador frontal 206R – CAT 962H. El presupuesto considera costos asociados a mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo planificado y gestión del sistema.

Para su estimación se consideraron las horas de intervención programadas, los repuestos críticos, mano de obra técnica especializada y el soporte tecnológico necesario para el control del mantenimiento.

A. Costos de mantenimiento preventivo anual

Tabla 16: Costos de mantenimiento preventivo anual

Concepto	Frecuencia anual	Costo unitario (S/.)	Costo anual (S/.)
Inspecciones diarias	300	15	4 500
Cambio de filtros y engrase (250 h)	5	450	2 250
Cambio de aceite motor e hidráulico (500 h)	2	1 200	2 400
Mantenimiento general (1000 h)	1	2 800	2 800
Mano de obra técnica	—	—	3 200
Subtotal mantenimiento preventivo			15 150

Nota: Elaboración propia

B. Costos de mantenimiento predictivo

Tabla 17: Costos de mantenimiento predictivo

Técnica	Frecuencia	Costo unitario (S/.)	Costo anual (S/.)
Análisis de aceite	4	350	1,400
Análisis de vibraciones	2	600	1 200
Termografía	2	500	1 000
Diagnóstico electrónico ECM	12	120	1 440
Subtotal mantenimiento predictivo			5 040

Nota: Elaboración propia

C. Costos de mantenimiento correctivo planificado

Tabla 18: Costos de mantenimiento correctivo planificado

Concepto	Costo anual estimado (S/.)
Reparaciones menores programadas	4 000
Reemplazo de componentes críticos	6 500
Subtotal correctivo planificado	10 500

Nota: Elaboración propia

D. Costos de gestión del sistema de mantenimiento

Tabla 19: Costos de gestión del sistema de mantenimiento

Concepto	Costo anual (S/.)
Software de mantenimiento (CMMS)	3 000
Capacitación del personal	2 500
Implementación de formatos y registros técnicos	1 200
Supervisión técnica y auditorías	2 000
Subtotal gestión	8 700

Nota: Elaboración propia

E. Presupuesto total anual del sistema

Tabla 20: Presupuesto total anual del sistema

Tipo de costo	Monto (S/.)
Mantenimiento preventivo	15 150
Mantenimiento predictivo	5 040
Correctivo planificado	10 500
Gestión del sistema	8 700
TOTAL ANUAL	39 390

Nota: Elaboración propia

La inversión anual en la gestión del mantenimiento preventivo se justifica por los beneficios operativos y económicos obtenidos:

- Reducción del mantenimiento correctivo no planificado.
- Disminución de tiempos muertos.
- Incremento de la producción.
- Mayor vida útil del equipo.
- Optimización del consumo de repuestos.

Se estima que la reducción de fallas y paradas no programadas generará un ahorro anual aproximado entre S/. 55,000 y S/. 70,000, asociado a:

- Menor pérdida de producción.

- Menores costos de reparación mayor.
- Reducción de horas improductivas.

Por tanto, la implementación del sistema presenta viabilidad económica, dado que el costo anual del mantenimiento preventivo es menor que las pérdidas generadas por la baja operatividad del equipo en el escenario inicial.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Como conclusiones arribadas en la presente investigación científica:

- Se determinó que la producción y operatividad inicial del cargador frontal 206R – CAT 962H presentaba una eficiencia operativa de 86 %, una disponibilidad mecánica de 92.5 % y 90 horas anuales de mantenimiento correctivo, evidenciándose predominancia de mantenimiento reactivo y pérdidas de tiempo productivo.
- El diseño e implementación del Sistema de Gestión del Mantenimiento Preventivo–Predictivo permitió estructurar un plan anual basado en intervenciones programadas (diarias, cada 250 h, 500 h y 1000 h), incorporando además técnicas predictivas como análisis de aceite, vibraciones y diagnóstico electrónico, lo cual fortaleció el control técnico del equipo.
- Después de aplicar la gestión del mantenimiento preventivo, se logró incrementar la producción real de 242 m³/h a 260 m³/h, mejorar la eficiencia operativa de 86 % a 91 % y elevar la disponibilidad mecánica hasta 95 %, reduciendo las horas de mantenimiento correctivo de 90 h a 55 h anuales. La reducción del mantenimiento correctivo en aproximadamente 38.9 % permitió disminuir los tiempos muertos y aumentar el tiempo efectivo de operación del equipo, generando mayor estabilidad en el proceso productivo de la empresa agroindustrial.
- El presupuesto anual estimado para la implementación del sistema de mantenimiento (S/. 39,390) resulta económicamente viable, debido a que

los ahorros generados por la reducción de fallas y mayor producción superan la inversión realizada, evidenciando sostenibilidad financiera.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda:

- Implementar el Sistema de Gestión del Mantenimiento Preventivo en los otros cargadores frontales de la empresa, con el fin de estandarizar la gestión y maximizar la disponibilidad global de la flota.
- Incorporar de manera permanente un software CMMS para el control de órdenes de trabajo, historial de fallas e indicadores KPI, mejorando la toma de decisiones técnicas.
- Establecer auditorías técnicas semestrales para evaluar el cumplimiento del plan anual de mantenimiento y verificar el logro de metas de disponibilidad y eficiencia.
- Implementar análisis de criticidad y estudios de confiabilidad (RCM) para priorizar componentes estratégicos del equipo y reducir riesgos operativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arevalo Fernandez, H. E. (2021). Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la productividad en la línea de producción de fideos de la empresa Perupast S.R.L. . Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Carhuamaca Revolo, D. A. (2018). Reducción de tiempos muertos en el mantenimiento de los cargadores frontales de la empresa Transas Huancayo 2017. Huancayo: Universidad Continental. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4688/1/IV_FIN_108_TE_Carhuamaca_Revolo_2018.pdf
- Contreras Quispe, C. A. (2016). Plan de mantenimiento de equipos de movimiento de tierra por criticidad para tener maquinas disponibles en la municipalidad provincial de Yauli La Oroya. Huancayo: Universidad del Centro del Perú. Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1573/TESIS_%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Espiritu Saenz, J. L., & Huaynate Ricaldi, M. A. (2023). Modelo de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de una empresa prestadora de servicios a minería usando RCM. Lima: Universidad Privada de Ciencias Aplicadas.
- Fracctal. (2024). Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). España.
- García Villanueva, M. A., & Vargas Romero, F. V. (2023). Diseño de un sistema de gestión de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para mejorar la eficiencia de la maquinaria pesada en la empresa Wiñayq S.R.L Cajamarca 2023. . Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Guzmán Ramón, J. E. (2024). Propuesta metodológica para la gestión de mantenimiento en la flota de maquinaria pesada, vehículos de categoría n1, n2 y motores estacionarios. . Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Miranda Altamirano, L. Á., & Vigo Rojas, C. E. (2021). Sistema de Gestión de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad de los Equipos Críticos en la Planta de Agregados de la Ciudad de Trujillo – Perú. . Lambayeque: Universidad Cesar Vallejos.
- Moran Pittman, E. (2022). Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para flota de concretos. Lima: Universidad de Ciencias Aplicadas.
- Palomino Gamarra, J. A., & Ramirez Santi, E. R. (2023). Aplicación del RCM para la mejora del plan de mantenimiento de los cargadores frontales de bajo perfil en una empresa minera. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/671841/Palomino_GJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Pascual Lopez, J. C. (2015). Método de análisis de fallas que influye en la operatividad de los cargadores frontales del Proyecto Ec - Limatambo de Concar S.A. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/3628>
- Pin Velez, J. A. (2023). A nivel nacional, no se cuenta con investigaciones relacionadas con el tema que se está proponiendo. . Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Sanchez, H., Reyes, C., & Mejía, K. (2018). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística:. Lima: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
- Torres Tipán, E. X. (2023). Desarrollo del sistema de gestión de mantenimiento para maquinarias Caterpillar en la Inmobiliaria Freire Oriental Cia. Ltda. . Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.

ANEXOS

ANEXO 01: Catálogo del 962H



962H
Radlader

CAT

Cat® Dieselmotor C7 mit ACERT™-Konzept	
Nennleistung (ISO 9249) bei 1800/min	158 kW/215 PS
Schaufelinhalt	2,9 bis 4,3 m³
Einsatzgewicht	19 500 bis 20 630 kg

Zuverlässigkeit und Haltbarkeit

- Bewährte Komponenten und Technologien
- ACERT-Konzept für schadstoffarmen Betrieb ohne Einbußen bei Effizienz und Lebensdauer
- HD-Bauteile mit beeindruckender Standfestigkeit unter schwersten Einsatzbedingungen
- Robuste Gesamtkonstruktion

Seite 4

Produktivität und Vielseitigkeit

- Lastgeregelte Load-Sensing-Arbeitshydraulik für kürzere Taktzeiten
- Konstantleistung des Dieselmotors über den gesamten Betriebsdrehzahlbereich
- Schaufelfüllautomatik AutoDig für schnelleres Laden
- Sondermaschinen für spezielle Anwendungen
- Umfangreiches Cat® Arbeitsgeräte-Lieferprogramm

Seite 6

Fahrercomfort

- Sicheres und bequemes Ein-/Aussteigen
- Mustangültige Sichtverhältnisse
- Komfortabler Kabinen-Innenraum mit Schallsolation und Vibrationsdämpfung
- Zwei verschiedene Lenksysteme und Hydrauliksteuerungen zur Auswahl

Seite 8

Servicefreundlichkeit

- Elektrik- und Hydraulik-Servicezentren für leichtere Wartung
- Müheloser Zugriff auf alle Wartungsstellen
- Elektronisches Überwachungssystem zur frühzeitigen Meldung von Funktionsfehlern

Seite 10

Vorhalte- und Betriebskosten

- Herausragende Kraftstoffausnutzung und Energiebilanz
- Minimaler Wartungsaufwand
- Elektronisches Überwachungssystem zur Vermeidung von kostspieligen Folgeschäden
- Flächendeckendes Cat Händlernetz

Seite 12

Beeindruckendes Leistungsvermögen in schwersten Einsätzen. Fahrerkabine mit vorbildlichem Komfort und beispielhafter Ergonomie. Wegweisende Elektronik- und Hydrauliksysteme. Gesteigerte Produktivität bei reduzierten Vorhalte- und Betriebskosten.



Zuverlässigkeit und Haltbarkeit

Robuste Gesamtkonstruktion mit praxiserprobten Komponenten.

- Bewährte Bauteile und Technologien
- Elektronisches Überwachungssystem zur permanenten Kontrolle aller wichtigen Maschinenkomponenten
- ACERT-Konzept für schadstoffarmen Betrieb ohne Einbußen bei Effizienz und Lebensdauer
- HD-Bauteile mit maximaler Standfestigkeit unter schwersten Einsatzbedingungen

Zuverlässigkeit. Viele Komponenten, die sich in den Vorgängermaschinen bestens bewährt haben, wurden in die Serie H übernommen und tragen maßgeblich zur ausgeprägten Zuverlässigkeit der neuen Radlader bei:

- Vorder- und Hinterwagen
- Achsen
- Planeten-Lastschaltgetriebe
- Integralbremssystem
- Kühlsystem mit außerhalb des Motorraums angeordnetem Wasserkühler
- Fahrerkabine

Dieselmotor. Im Cat Dieselmotor C7 mit ACERT-Konzept bewirken sowohl praxiserprobte Systeme als auch neue Technologien eine bessere Kraftstoffverbrennung, sodass eine drastische Schadstoffminderung erzielt wird, ohne die bisherige Leistungsfähigkeit, Effizienz und Haltbarkeit des Motors zu beeinträchtigen. Die Grenzwerte der EU-Stufe IIIA werden unterschritten. Beim C7 handelt es sich um einen elektronisch gesteuerten Sechszylindermotor mit 7,2 Liter Hubraum und hydroelektronischem Einspritzsystem (HEUI). Die Kombination aus Turbolader mit Titansturbinenrad und Ladedruckregler sowie luftgekühltem Ladeluftkühler ermöglicht eine hohe Konstantleistung innerhalb eines breiten Drehzahlbandes.

Steuergerät. Mithilfe diverser Sensoren an Dieselmotor und Maschine übernimmt das elektronische Steuergerät ADEM A4 die permanente und optimale Anpassung der Leistungsabgabe an ständig wechselnde Lastzustände.



Einspritzsystem. Das hydraulisch betätigte, elektronisch gesteuerte Hochdruck-Direkteinspritzsystem HEUI (Hydraulically Actuated, Electronically Controlled Unit Injection) hat sich bereits in vielen Cat Motoren quer durch das Bauprogramm hervorragend bewährt.

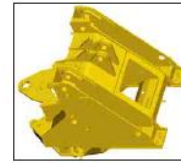
Motorblock/Kolben. Ein besonderes Merkmal des Graugussblocks sind die gegenüber früheren Versionen dicker ausgeführten Wände, sodass u.a. eine höhere Steifigkeit und Laufruhe erzielt wurde. Die einteiligen Stahlkolben werden in nassen, auswechselbaren Stahlguss-Zylinderlaufbuchsen geführt und sind über geschmiedete Pleuellstangen mit der Pleuellwelle verbunden.

Planeten-Lastschaltgetriebe. Wie in den Vorgängermaschinen kommt auch beim 962H wieder ein HD-Planeten-Lastschaltgetriebe zur Anwendung. Diese aufwendige, aber extrem langlebige Getriebebauart wird in allen größeren Cat Radladern bis hinauf zum 994F installiert.

Das Getriebe besteht aus Heavy-Duty-Komponenten, sodass es schwerste Dauerbelastungen mühelos verkraftet. Aus der integrierten Elektroniksteuerung resultiert ein deutliches Produktivitäts- und Haltbarkeitsplus.

Drehzahlabsenkung. Beim Umschalten der Fahrtrichtung erfolgt ein automatisches Absenken der Motordrehzahl, um den Fahrerkomfort zu erhöhen und gleichzeitig die Maschinenbeanspruchung zu minimieren.

Caterpillar Komponenten. Sämtliche in Cat Radladern verbaute Komponenten entsprechen hinsichtlich Konstruktion und Fertigung den strengen Caterpillar Qualitätsstandards, damit auch im rauen Baustellen-Alltag die maximal mögliche Leistungsfähigkeit der Maschine sichergestellt ist. Typische Beispiele: ummantelte Stromkabel mit hochwertigen staub- und spritzwassergeschützten Deutsch-Steckverbindern, flexible und abriebfeste Cat XT-Hochdruck-Hydraulikschläuche mit leckölfreien Cat O-Ring-Schlaucharmaturen.



Überwachungssystem. Alle wichtigen Maschinenfunktionen werden ständig vom elektronischen Überwachungssystem CMS (Caterpillar Monitoring System) kontrolliert. Falls erforderlich, drosselt CMS automatisch die Motorleistung, um durch Funktions- oder Wartungsfehler verursachte Folgeschäden weitgehend zu vermeiden. Bei den gravierenden Störungen werden die jeweilige Kontrollleuchte und ggf. ein Warnsignal aktiviert:

- Kühlmittelübertemperatur
- Ladeluftübertemperatur
- Motoröldruckmangel
- Kraftstoffüberdruck
- Kraftstoffdruckmangel
- Überdrehzahl

Achsen. Vorder- und Hinterachse mit innenliegenden Planetengetrieben und Mehrscheibenbremsen werden von Caterpillar selbst gefertigt und sind konstruktiv auf schwerste Einsatzbedingungen ausgelegt. Während die vordere Achse fest mit dem Hauptrahmen verschraubt ist, kann die Hinterachse um $\pm 13^\circ$ pendeln. Aus dieser Kombination von Starr- und Pendelachse resultieren hervorragende Standsicherheit und exzellente Geländegängigkeit.

Integralbremse. Das exklusive Cat Integralbremssystem IBS (Integrated Braking System) senkt die Achsöltemperaturen und bewirkt eine ruckarme Getriebeutralisierung. IBS sorgt vornehmlich bei Load-and-Carry-Einsätzen mit längeren Fahr- und Gefällestrrecken für optimale Standzeiten der Achsen und Bremsen.

- A Kickdown-Funktion
- B Bremsenaktivierung
- C Getriebeutralisierung (selbstoptimierend)

Hauptrahmen. Ein stabiles Knickgelenk verbindet Vorder- und Hinterwagen des 962H. Die Schweißungen der Hauptrahmen werden von Robotern erledigt, sodass bei allen Nähten eine gleichbleibend hohe Qualität und Einbrandtiefe sichergestellt ist.

Hinterwagen. Der Hinterwagen ist in aufwendiger Kastenprofil-Bauweise ausgeführt, die sich durch unübertroffene Verwindungssteifigkeit und Dauerfestigkeit auszeichnet. Dadurch bildet der Rahmen eine solide Basis zur Aufnahme von Dieselmotor, Getriebe, Achsen, Überrollschutzaufbau usw.

Knickgelenk. Die stark gepresste Konstruktionsform des Knickgelenks reduziert nicht nur die Lagerbelastung, sondern schafft auch viel Platz für Servicearbeiten. Obere und untere Doppelkegelrollenlager nehmen die vertikalen und horizontalen Kräfte auf und verteilen sie auf eine große Kontaktfläche.

Vorderwagen. Auf dem robusten Vorderwagen befindet sich die bewährte Cat-typische Vierplatten-Hubrahmenkonsole mit beidseitiger Lagerung der oberen Drehelenke. Dank dieser Bauweise werden die beim Laden auftretenden hohen Beanspruchungen problemlos verkraftet.

Z-Kinematik. Die Hubeinrichtung weist eine Z-Kinematik auf, die besonders hohe Ausbrechkräfte entwickelt und einen großen Rückklippwinkel der Schaufel ermöglicht, um den Materialüberlauf zu minimieren. Außerdem bietet die Z-Kinematik Gewichtsvorteile gegenüber anderen Konzepten, sodass sich die Nutzlast merklich steigert. Darüber hinaus erleichtert die große Ausschütthöhe das Beladen von LKWs mit hohen Bordwänden. Die elektronischen Hub- und Kippkreisausschalter kann der Fahrer von der Kabine aus nach Bedarf programmieren.

Produktivität und Vielseitigkeit

Moderne Elektronik- und Hydrauliksysteme ermöglichen einen produktiven und vielseitigen Maschineneinsatz.



- Starke Load-Sensing-Arbeits-hydraulik für großes Hubvermögen
- Elektrohydraulische Vorsteuerung für schnelle Ladespiele
- Konstante Motorleistung im gesamten Betriebsdrehzahlbereich
- Große Arbeitsgeräteauswahl für unterschiedlichste Einsätze

Load-Sensing-Arbeitshydraulik. Das lastgeregelte Hydrauliksystem mit Axialkolben-Verstellpumpe passt den Förderstrom exakt an den momentanen Bedarf an, sodass eine hervorragende Energiebilanz erzielt wird, die sich u.a. in einem reduzierten Kraftstoffverbrauch auswirkt.

Neue Proportionalsteuerventile mit Druckwaagen erlauben eine verhältnismäßige Durchflussverteilung, verbessern die Feinstuerung und ermöglichen die simultane Aktivierung von zwei Funktionen, um die Produktivität zu maximieren. Routinieren Radladerfahrern bleibt nicht verborgen, dass die Bedienung der Hydraulik leichter geworden ist und die Maschine mit größerer Zug- und Hubkraft zu Werke geht.

Elektrohydraulische Vorsteuerung. Zur Ansteuerung der Hydraulikfunktionen wird ein elektrohydraulisches System verwendet. Weil die Steuerhebel nur noch elektrische Signale erzeugen, lassen sie sich sehr klein ausführen und mit minimalem Kraftaufwand betätigen. In der Steuerhebelkonsole befindet sich ein praktischer Fahrtrichtungsschalter.



Mit den serienmäßigen Ausschaltern für die Hub- und Kippkreise steht dem Fahrer eine flexible Programmierung zur Verfügung. Die Bedienung ist sehr einfach: Hubrahmen bzw. Arbeitsgerät in die gewünschte Ausschaltstellung bewegen und den Wippschalter in der Kabine drücken.

Konstantleistung. Das elektronische Steuergerät mit Kennfeldtechnik bewirkt, dass der Cat Dieselmotor C7 innerhalb eines breiten Drehzahlbereichs eine konstante Leistung abgibt. Das Bemerkenswerte daran ist jedoch, dass es sich dabei nicht – wie bei vielen anderen Motorfabrikaten üblich – um die Brutto-, sondern um die Nennleistung handelt. Daher werden wechselnde parasitäre Lasten, die zum Beispiel durch den temperaturgesteuerten Lüfter auftreten, vollständig kompensiert.

Kühlsystem. Eine Besonderheit des 962H besteht darin, dass der Wasserkühler in einem eigenen Raum untergebracht ist, der mittels einer Kunststoff-Schottwand vom Motorraum abgetrennt wird. Der hydrostatisch angetriebene Lüfter mit temperaturgesteuerter Drehzahl saugt die Kühlluft im Heckbereich der Maschine an. Nach dem Durchströmen des Kühlers gelangt die Luft an den seitlichen und oberen Auslässen wieder ins Freie. Vorteile dieses "umgekehrten" Kühlsystems: optimale Wärmeableitung, reduzierter Kraftstoffverbrauch, geringere Kühlerverstopfung und niedrigerer Schallpegel in der Fahrerkabine.

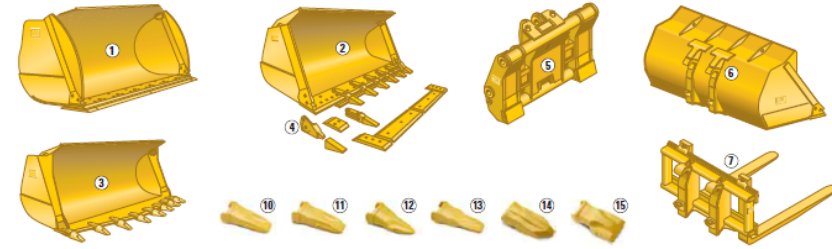


Planeten-Lastschaltgetriebe. Das elektronisch gesteuerte Caterpillar Planeten-Lastschaltgetriebe kann sowohl manuell als auch automatisch geschaltet werden. Aufgrund der äußerst robusten Konstruktion sind Gang- und Richtungswechsel unter voller Last möglich, sodass sich die Arbeitstakte beträchtlich verkürzen.

Variable Getriebeautomatik. Dank der elektronischen, variablen Getriebeautomatik VSC (Variable Shift Control) kann sich der Fahrer für verbrauchs- oder leistungsoptimierte Schaltpunkte entscheiden bzw. eine Anpassung an seine persönliche Arbeitstechnik vornehmen.

Schwingungsdämpfung (optional). Die hydraulische Schwingungsdämpfung minimiert die für Radlader typischen Nickschwingungen. So fährt die Maschine nicht nur wesentlich sicherer, sondern zugleich werden schädliches Reifenwalken und Materialüberlauf deutlich reduziert.

Schaufelfüllautomatik AutoDig (optional). Bei der Rückverladung von Mineralgemischen und Zuschlagstoffen ermöglicht AutoDig ein automatisches Füllen der Ladeschaufel mit maximaler Nutzlast.



1 Erdbauschaufeln – Mit ihrem flachen Boden eignen sich diese Schaufeln, die in mehreren Größen und wahlweise auch mit Abziehkante erhältlich sind (siehe Bild 6), ideal für Umschlag und Rückverladung von rolligem Material. Diverse Schneidwerkzeugvarianten sorgen für hohe Füllungsgrade und kurze Arbeitsaktzeiten. Alle Schaufelgrößen besitzen Verschleißplatten an beiden Seiten und unter dem Boden sowie ein integriertes Überlaufblech. Erdbauschaufeln passen an 962H mit Standard-Hubrahmen.

2 Universalschaufeln – Infolge der aufwendigen, verwindungssteifen Schalenbauweise sind diese unverwundlichen Schaufeln für stärkste Beanspruchungen beim Laden aus der Wand oder beim schweren Erdaushub geeignet. Die Aufhängungen fungieren als Bestandteil des Schaufelaufbaus, denn sie verlaufen unter dem Schaufelboden bis zum Schneidmesser und bilden dadurch stabile Kastenprofile, die höchste Widerstandsfähigkeit gegen Torsions- und Stoßbelastungen bieten. Sämtliche Schaufelgrößen sind mit Eckenschutzsystem und integriertem Überlaufblech versehen, damit sich kein Ladegut auf dem Gestänge ansammelt. Auswechselbare, angeschweißte und durchgehärtete Verschleißplatten schützen den hinteren Bodenbereich. Die Seitenwangen sind in der unteren Hälfte durch Verschleißplatten verstärkt.

3 Felschaufeln – Dieser Schaufeltyp ist von Grund auf für schwerste Felseinsätze konzipiert und das trapezförmige Schneidmesser verbessert das Eindringvermögen in solchen Anwendungen. Als Schneidwerkzeuge lassen sich Unterschraubmesser oder zweischenkelige Anschweiß-Zahnhalter mit Zahnspitzen der neuen Serie K anbauen. Wahlweise können Standard- oder HD-Unterschraubsegmente zwischen den Zahnhaltern installiert werden.

4 Eckenschutzsystem – Das Cat Eckenschutzsystem bietet nicht nur bestmöglichen Schutz für die Ladeschaufel, sondern auch eine große Einsatzflexibilität, weil sich die Zähne bei Bedarf durch ein Unterschraubmesser ersetzen lassen.

5 Schnellwechslers – Der hydraulisch betätigte Cat Schnellwechsler mit vertikaler Keilverriegelung wurde speziell für Radlader konstruiert und steigert die Vielseitigkeit des 962H erheblich, denn man kann die Arbeitsgeräte rasch gegeneinander austauschen. Besondere Merkmale des Schnellwechslers:

- Minimale Reduzierung der Ausbrechkraft
- Automatischer Verschleißausgleich
- Robuste Bauweise

6 Schnellwechsleraufhängung – Viele Schaufeln aus dem Caterpillar Lieferprogramm sind wahlweise mit SW-Aufhängung anstelle der Bolzenaufhängung erhältlich (im Bild die Erdbauschaufel mit Abziehkante).

7 Palettengabeln – In unterschiedlichen Größen gefertigte Palettengabeln eignen sich ideal zum Umschlagen von palettiertem Stückgut.

Hochkippschaufeln. Ein spezieller Schaufeltyp zum Beladen von LKWs mit hohen Bordwänden, zum Beschicken von Aufgabetrichern in Müllumladestationen oder zum Rückverladen von Düngemitteln, Kohle und Getreide. Der Betrieb von Hochkippschaufeln erfordert einen zusätzlichen Hydraulikkreis.

Zahnspitzenauswahl. Das neue Caterpillar Zahnsystem der Serie K bietet festeren Sitz, schnelleres Auswechseln und hervorragende Eindringung. Folgende Zahnspitzen-typen sind lieferbar:

- 10 Lange Zahnspitze
- 11 Lange HD-Zahnspitze
- 12 Scharfe Zahnspitze
- 13 Scharfe Plus-Zahnspitze
- 14 Scharfe HD-Zahnspitze
- 15 Breite HD-Zahnspitze

Ihr Cat Händler informiert Sie ausführlich über das umfangreiche Arbeitsgeräte- und Schneidwerkzeugprogramm.

Dieselmotor

Cat C7 mit ACERT-Konzept

Nennleistung bei 1800/min

ISO 9249	158 kW/215 PS
80/1269/EWG	158 kW/215 PS

Maximales Drehmoment

bei 1400/min	907 Nm
--------------	--------

Drehmomentanstieg

	9%
--	----

Bohrung

	110 mm
--	--------

Hub

	127 mm
--	--------

Hubraum

	7,2 l
--	-------

- Die angegebenen Nennleistungen wurden am Schwungrad bei maximaler Lüfterdrehzahl gemessen. Während der Leistungsmessung war der Motor mit Drehstromgenerator, Luftfilter und Schalldämpfer ausgerüstet
- Die Abgasemissions-Grenzwerte der EU-Stufe IIIA werden unterschritten

Betriebsdaten

Einsatzgewicht 19 520 kg

Statische Kipplast, voll eingelenkt 12 050 kg

Ausbrechkraft 157 kN

Schaufelinhalt 2,9–4,3 m³

- Angegebenes Einsatzgewicht gilt für Maschinen mit 3,3-m³-Erdbauschaufel mit Unterschraubmesser

Achsen

Vorderachse starr

Hinterachse max. Pendelwinkel ± 13°

Max. Pendelweg 470 mm

Schallpegel

- Bei geschlossenen Türen und Fenstern beträgt der Schalldruckpegel (Innen-geräusch) 69 dB(A) gemessen nach ISO 6394:1998

- Beim Betrieb der Maschine mit geöffneten Türen/Fenstern oder in lauter Umgebung muss der Fahrer gegebenenfalls einen Gehörschutz verwenden

- Der Schalleistungspegel (Außen-geräusch) beträgt 106 dB(A) gemessen nach 2000/14/EG (siehe auch Kennzeichnung an der Maschine)

Hydrauliksystem

Arbeitshydraulikpumpe 270 l/min

Max. Betriebsdruck (Hubkreis) 275 bar

Max. Betriebsdruck (Kippkreis) 302 bar

Hydrauliktaktzeiten s

Heben 6,2

Vorkippen 2,1

Senken (Schwimmstellung, Schaufel leer) 2,8

Gesamt 11,1

- Arbeitshydraulik mit Axialkolben-Verstellpumpe (Förderstromangabe bei 1800/min und 70 bar)
- Taktzeitenangabe bei Nutzlast

Füllmengen

Liter

Kraftstofftank 341

Kühlsystem 42

Dieselmotor 30

Planeten-Lastschaltgetriebe 34

Achsen je 36

Hydrauliktank 110

ROPS/FOPS-Fahrerkabine

- Caterpillar Komfort-Fahrerkabine mit integriertem Überrollschutzaufbau (ROPS) und Steinschlagschutz (FOPS)
- Überrollschutzaufbau (ROPS) gemäß ISO3471:1994
- Steinschlagschutz (FOPS) gemäß ISO 3449:1992, Stufe II

Bremsen

Entsprechen ISO 3450:1996.

Planeten-Lastschaltgetriebe

Vorwärts km/h

1 7

2 13

3 23

4 40

Rückwärts

1 8

2 15

3 26

4 44

- Geschwindigkeitsangaben für Bereifung 23.5–25

Reifen

23.5 R 25, L-3 (XHA MX)

23.5 R 25, L-5 (XMINE MX)

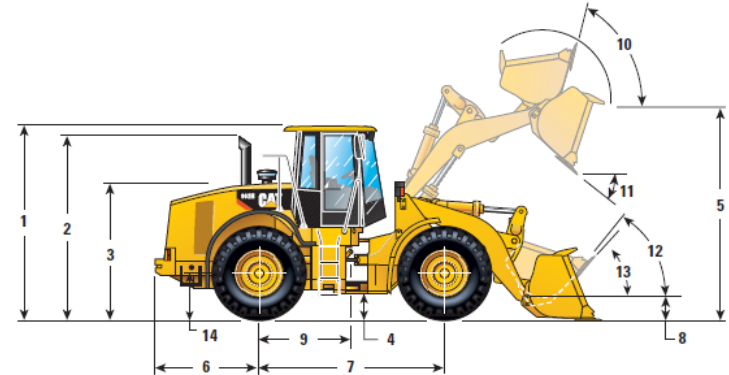
23.5 R 25, L-2 (XTLA MX)

23.5 R 25, L-3 (VMT BS)

In bestimmten Einsätzen (zum Beispiel bei Load-and-Carry) kann die Tragfähigkeitsgrenze der Reifen infolge des großen Leistungsvermögens des 962H überschritten werden. Lassen Sie sich daher von Ihrem Reifenhändler über den richtigen Reifentyp für Ihre spezielle Anwendung beraten. Weitere Reifengrößen auf Anfrage.

Abmessungen

Bei allen Maßangaben handelt es sich um Zirkawerte.



	mm
1 Höhe über Kabine (ROPS)	3452
2 Höhe über Auspuffrohr	3368
3 Höhe über Motorhaube	2462
4 Bodenfreiheit (Reifen 23.5 R 25, L-3)	412
5 Höhe bis Schaufeldrehgelenk	4181
6 Hecküberhang (ab Hinterachsmittle)	1955
7 Radstand	3350
8 Höhe bis Schaufeldrehgelenk (Fahrstellung)	495
9 Mittenabstand Krückgelenk-Hinterachse	1675

10 Rückkippwinkel bei max. Hubhöhe	60°
11 Vorkippwinkel bei max. Hubhöhe	45°
12 Rückkippwinkel in Fahrstellung	45°
13 Rückkippwinkel auf Standebene	38°
14 Höhe bis Achsmittle	748 mm

Reifenabhängige Spezifikationen

	Breite über Reifen mm	Änderung der Vertikalmaße mm	Änderung des Einsatzgewichts kg	Änderung der statischen Kipplast kg
23.5 R 25, L-3 (XHA MX)	2784	0	0	0
23.5 R 25, L-2 (VSW BS)	2862	+6	+20	+14
23.5 R 25, L-2 (VUTD2A BS)	2866	+10	-41	-29
23.5 R 25, L-2 (XTLA MX)	2801	+7	-112	-79
23.5–25, L-2 (SGGL FS)	2834	+14	-472	-335
23.5 R 25, L-3 (VMT BS)	2851	+3	+124	+88
750/65 R 25, L-3 (XLD MX)	2879	+7	+460	+326
23.5 R 25, L-5 (XMINE MX)	2807	+26	+872	+619

Betriebsdaten

	Erdbauschaufeln										Universalschaufeln						Felschaufeln				HL-Maschine ³⁾			
	Unterschraub-messer	Zähne und Segmente	Unterschraub-messer	Zähne und Segmente	Unterschraub-messer	Zähne und Segmente	Unterschraub-messer	Zähne und Segmente	Unterschraub-messer	Zähne und Segmente	Unterschraub-messer	Zähne und Segmente	Unterschraub-messer	Zähne und Segmente	Unterschraub-messer	Zähne und Segmente	Unterschraub-messer	Zähne und Segmente						
Schaufel-Nenninhalt	m ³	4,3*	4,3*	4	4	3,8	3,8	3,5	3,5	3,3	3,3			3,3	3,3	3,1	3,1	2,9	2,9	3,3	3,3	2,9	2,9	gleich
Schaufelinhalt, gestrichen	m ³	3,8	3,8	3,5	3,5	3,3	3,3	3,0	3,0	2,8	2,8			2,8	2,8	2,7	2,7	2,5	2,5	2,8	2,8	2,4	2,4	gleich
Breite	mm	2927	2994	2927	2994	2927	2994	2927	2994	2927	2994			2927	2994	2927	2994	2927	2994	2985	2969	2985	2969	
Ausschütthöhe bei max. Hubhöhe und 45°-Vorkippwinkel ⁴⁾	mm	2866	2737	2901	2773	2937	2808	2990	2861	3025	2896			3064	2942	3087	2965	3133	3013	2950	2775	3007	2832	+308
Reichweite bei max. Hubhöhe und 45°-Vorkippwinkel ⁴⁾	mm	1267	1366	1232	1331	1197	1296	1144	1243	1108	1207			1220	1328	1194	1302	1158	1267	1184	1335	1128	1278	+52
Reichweite bei waagrechttem Hubrahmen ⁴⁾	mm	2864	3024	2813	2974	2763	2924	2688	2849	2638	2799			2681	2842	2646	2807	2586	2747	2756	2986	2676	2906	+266
Maximale Schürftiefe	mm	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92			75	75	75	75	75	75	66	66	66	66	-10
Gesamtlänge ⁴⁾	mm	8392	8569	8342	8519	8292	8469	8217	8394	8167	8344			8204	8381	8169	8346	8109	8286	8289	8533	8209	8453	+326
Gesamthöhe bei max. Hubhöhe	mm	5931	5931	5803	5803	5738	5738	5669	5669	5623	5623			5714	5714	5648	5648	5591	5591	5685	5685	5606	5606	+374
Wenderadius mit Schaufel in Fahrstellung	mm	7149	7229	7135	7214	7121	7200	7100	7179	7086	7165			7099	7178	7089	7168	7072	7151	7149	7215	7127	7192	+267
Statische Kipplast, gerade ¹⁾	kg	13 344	13 205	13 438	13 300	13 545	13 408	13 707	13 571	13 817	13 681			13 819	13 681	13 972	13 838	14 394	13 957	14 191	14 099	14 348	14 219	-1070
Statische Kipplast, voll eingelenkt (37°) ²⁾	kg	11 604	11 464	11 695	11 557	11 795	11 658	11 947	11 810	12 049	11 914			12 038	11 900	12 191	12 057	12 606	12 169	12 363	12 272	12 510	12 382	-985
Maximale Ausbrechkraft ²⁾	kN	132	131	138	136	143	142	152	151	159	158			161	161	157	156	166	165	142	142	151	150	-7
Schaufelgewicht	kg	1932	2036	1866	1970	1815	1919	1746	1850	1829	1934			1678	1782	1327	1731	1842	1938	1773	1870	1773	1870	gleich
Einsatzgewicht ¹⁾	kg	19 750	19 854	19 684	19 788	19 633	19 737	19 564	19 668	19 518	19 622			20 093	20 198	19 942	20 046	19 591	19 995	20 532	20 628	20 463	20 560	+460

* Nur Leichtgut

¹⁾ Maschine mit Betriebsstoffen, schallgedämmter ROPS/FOPS-Fahrerkabine, Notlenkung, Klimaanlage, Schwingungsdämpfung, Selbstsperrdifferenzial (Hinterachse), StVZO-Kotflügel, Zentralschmieranlage, Frontzugangsplattform, Rückfahr-Warneinrichtung, Reifen 23.5 R 25, L-3 (Erdbauschaufeln) bzw. L-4 (Universalschaufeln) bzw. L-5 (Felschaufeln), Beleuchtung, Blinkern, CE-Zeichen und Fahrer

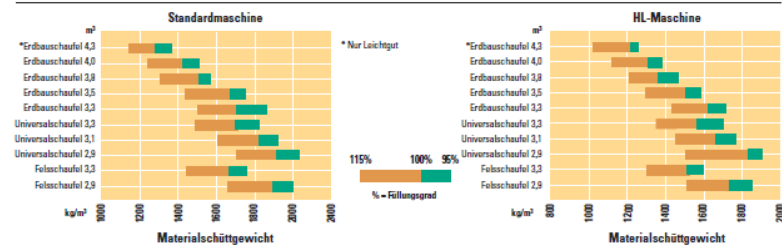
²⁾ Gilt für Schaufeln mit Zahnhaltern, Zahnspitzen und Unterschraubsegmenten. Gemessen 100 mm hinter Vorderkante der Unterschraubsegmente mit den unteren Schaufelbolzen als Drehpunkt (gemäß SAE J732c)

³⁾ Alle aufgeführten Schaufeln passen auch für die HL-Version. Die Zahlen geben die Abweichung gegenüber der Standardmaschine an

Maße für Ausschütthöhe, Reichweite und Gesamtlänge:

⁴⁾ Gemessen an der Vorderkante des Unterschraubmessers bzw. der Zahnspitze (lange Version)

Schaufel-Auswahldiagramm



Gemäß SAE J818 betragen die angegebenen Schaufellasten 50% der statischen Kipplast bei voll eingelenkter Maschine

