



“UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO”
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



TESIS

Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**Plan de mantenimiento para mejorar la
disponibilidad de los tractores aplicando la
metodología tpm en la empresa agrícola san juan
s.a**

Autor:

Bach. Reategui Llampen Jose Roger

Asesor:

M.Sc. Jony Villalobos Cabrera

Fecha de sustentación:

15/05/2026

Lambayeque – Perú

2026



“UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO”
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



TESIS

Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**Plan de mantenimiento para mejorar la
disponibilidad de los tractores aplicando la
metodología tpm en la empresa agrícola san juan
s.a**

Presentado Por:

Bach. Reategui Llampen Jose Roger

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE: Dr. Oscar Mendez Cruz

SECRETARIO: Ing. Daniel Mateo Puyen

MIEMBRO: M.Sc. Carlos Cotrina Saavedra

ASESOR: M.Sc. Jony Villalobos Cabrera

Lambayeque – Perú

2026



“UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO”
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



TESIS

TITULO

**Plan de mantenimiento para mejorar la
disponibilidad de los tractores aplicando la
metodología tpm en la empresa agrícola san juan
s.a**

CONTENIDOS

CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACION.

CAPITULO II: MARCO TEORICO.

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO.

CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

CAPITULO VII: ANEXOS.

AUTOR: Br. Reategui Llampen Jose Roger

Dr. Oscar Mendez Cruz
Presidente

Ing. Daniel Mateo Puyen
Secretario

M.Sc. Carlos Cotrina Saavedra
Miembro

M.Sc. Jony Villalobos Cabrera
Asesor

Lambayeque – Perú
2026



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



ACTA DE SUSTENTACION N°0160-2026-FIME



En la ciudad de Lambayeque, siendo las 12:00 m. del día viernes 15 de mayo 2026. Se reunieron los miembros del jurado, designados mediante Resolución N°071-2026-D-FIME-UNPRG, de fecha 07 de mayo 2026, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la Tesis, conformado por los siguientes catedráticos:

- | | |
|---|------------|
| ▪ Dr. Ing. OSCAR MÉNDEZ CRUZ | PRESIDENTE |
| ▪ M.Sc. Ing. NÉSTOR DANIEL PUYEN MATEO | SECRETARIO |
| ▪ M.Sc. Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA | MIEMBRO |
| ▪ M.Sc. Ing. JONY VILLALOBOS CABRERA | ASESOR |

Se recibió la Tesis titulada:

"PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS TRACTORES APLICANDO LA METODOLOGÍA TPM EN LA EMPRESA AGRÍCOLA SAN JUAN S.A",

Presentada y sustentada por su autor, Bachiller: **REATEGUI LLEMPEN JOSE ROGER.**

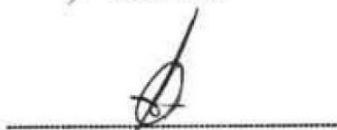
Finalizada la sustentación de la Tesis, el sustentante respondió las preguntas y observaciones de los miembros del jurado examinador, quienes procedieron a deliberar y acordaron otorgar el calificativo de **APROBADO**, Nota (15) en la escala vigesimal, mención REGULAR. Quedando el sustentante apto para 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 12:30 p.m. del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando presente acta el jurado respectivo:


Dr. Ing. OSCAR MÉNDEZ CRUZ
PRESIDENTE


M.Sc. Ing. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA
MIEMBRO


M.Sc. Ing. NÉSTOR DANIEL PUYEN MATEO
SECRETARIO


M.Sc. Ing. JONY VILLALOBOS CABRERA
ASESOR

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **M.Sc. Ing. Jony Villalobos Cabrera**, usuario revisor del documento titulado: **“PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS TRACTORES APLICANDO LA METODOLOGÍA TPM EN LA EMPRESA AGRICOLA SAN JUAN S.A”**.

Cuyo autor es, **Reategui Llempen Jose Roger**, identificado con documento de identidad **N° 75329648** declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de **19%**, 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 20 de mayo del 2026

.....
M.SC. ING. JONY VILLALOBOS CABRERA

DNI: 16699530

ASESOR

Se adjunta:

*Resumen del Reporte automático de similitudes

*Recibo Digital

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS TRACTORES APLICANDO LA METODOLOGÍA TPM EN LA EMPRESA AGRICOLA SAN JUAN S.A

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	1%
4	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%


M. Sc. Ing. JONY VILLALOBOS CABRERA
DNI 16699530
Docente Asociado
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Universidad Nacional Pedro Ruiz Galo



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: Jose Roger Reategui Llempen
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDA...
Nombre del archivo: TESIS_-_JOSE_REATEGUI_UNPRG_3.docx
Tamaño del archivo: 678.77K
Total páginas: 96
Total de palabras: 17,295
Total de caracteres: 101,483
Fecha de entrega: 09-nov-2025 04:08p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2808617291

 UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica 

TESIS
Para Optar el Título Profesional de
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

"PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA
DISPONIBILIDAD DE LOS TRACTORES APLICANDO LA
METODOLOGÍA TPM EN LA EMPRESA AGRICOLA
SAN JUAN S.A"

Autor:
Bach. REATEGUI LLEMPEN JOSE ROGER

Asesor:
M.Sc. JONY VILLALOBOS CABRERA
Lambayeque - Perú
2025


M. Sc. Ing. JONY VILLALOBOS CABRERA
DNI 18899530
Docente Asociado
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y darme la fuerza necesaria para superar cada reto a lo largo de este camino que hoy culmina.

A mi madre, Olga, por su amor, esfuerzo y fe en mí, que me impulsaron a alcanzar este sueño.

A mis hermanas, por su apoyo constante y por creer en mí incluso cuando las cosas se complicaban.

A mis compañeros de universidad, con quienes compartí risas, desvelos, proyectos y momentos inolvidables que siempre llevaré conmigo.

Este logro es también de ustedes.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por su infinita bondad, por acompañarme en cada paso y darme la fuerza necesaria para no rendirme cuando los desafíos parecían imposibles.

A mi madre, Olga, ejemplo de esfuerzo y amor, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. A mis hermanas, por ser mi apoyo constante y mi fuente de motivación.

A mis profesores, por su paciencia, dedicación y por transmitirme no solo conocimientos, sino también valores que llevaré siempre conmigo.

A mis compañeros de universidad, por las experiencias compartidas, por su amistad y por hacer de esta etapa una de las más valiosas de mi vida.

Y, por supuesto, a mi carrera, que con el tiempo se convirtió en mi más grande pasión. Gracias por enseñarme a soñar, a crear y a perseverar por lo que amo.

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo elaborar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los tractores de la empresa agrícola san juan s.a., aplicando la metodología tpm. Se empleó una investigación de tipo propositiva descriptiva. La población y muestra estuvo constituida por los 15 tractores. Las conclusiones a que arribó con este trabajo de investigación son: Se realizó un diagnóstico de la disponibilidad midiendo horas de trabajo, paradas no programadas y causas de fallas. Se identificaron principales problemas en hidráulica y sistema eléctrico, con disponibilidad promedio entre 75% y 87.5%. Se desarrolló un plan de mantenimiento incluyendo la frecuencia de mantenimiento, las actividades principales por intervalo, el registro de mantenimiento, lubricantes, consumibles recomendados y las responsabilidades de los encargados de ejecutar el plan de mantenimiento. Se realizó la evaluación económica la inversión en poner en práctica este plan de mantenimiento basado en la metodología tpm asciende a S/.12 331 al año, por cada uno de los tractores, así mismo considerando que un tractor tiene una parada diaria de 02 horas por mantenimiento correctivo, entonces lo que se dejará de gastar son los S/.8800 por las horas que el tractor seguirá laborando y S/. 25000 por mantenimientos correctivos con lo que hace que el plan de mantenimiento sea viable económicamente. Se determinó teóricamente que la disponibilidad de los tractores de la empresa agrícola san juan s.a mejoró tras aplicar el plan basado en la Metodología tpm, como consecuencia que se eliminarán las fallas repetitivas en sistemas hidráulicos y eléctricos gracias a mantenimiento autónomo y mejora enfocada tal, alcanzando proxímadamente un 97.5% de disponibilidad operativa.

PALABRAS CLAVE: Disponibilidad, Plan de mantenimiento, Metodología tpm.

ABSTRACT

The objective of this study was to develop a maintenance plan to improve the availability of tractors at Agrícola San Juan S.A., applying the TPM methodology. A descriptive, proactive research approach was used. The population and sample consisted of the company's 15 tractors. The conclusions reached by this research are as follows: An availability assessment was conducted, measuring operating hours, unscheduled downtime, and causes of failures. The main problems were identified in hydraulics and electrical systems, with average availability ranging between 75% and 87.5%. A maintenance plan was developed, including maintenance frequency, main activities per interval, maintenance logs, recommended lubricants and consumables, and the responsibilities of those in charge of executing the Maintenance Plan. The economic evaluation of the investment in implementing this Maintenance Plan, based on the TPM methodology, amounts to S/.12,331 per year for each tractor. Considering that each tractor has a daily downtime of 2 hours for corrective maintenance, the savings will be S/.8,800 for the hours the tractor will continue operating and S/.25,000 for corrective maintenance, making the Maintenance Plan economically viable. It was theoretically determined that the availability of the tractors at Agrícola San Juan S.A. improved after implementing the TPM plan. This is due to the elimination of recurring failures in hydraulic and electrical systems thanks to autonomous maintenance and focused improvements, achieving approximately 100% operational availability, which is favorable for agricultural competitiveness.

KEY WORDS: Availability, Maintenance Plan, TPM methodology.

INDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN	4
CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD	5
REPORTE DEL TURNITIN	6
DEDICATORIA	8
AGRADECIMIENTO	9
INDICE	12
INDICE DE TABLAS	14
INTRODUCCION	15
CAPÍTULO I.....	18
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. Realidad Problemática	18
1.2. Formulación del problema	21
1.3. Delimitación de la investigación.....	21
1.4. Justificación e importancia de la investigación	22
1.5. Limitaciones de la investigación	24
1.6. Objetivos de la investigación	25
CAPÍTULO II.....	27
MARCO TEÓRICO	27
2.1. Antecedentes del Estudio	27
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema investigado	36
2.2.6. Definición de Términos	47
2.3. Definiciones Conceptuales	48
CAPITULO III.....	50
MARCO METODOLÓGICO	50
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	50
3.2 Población y muestra	52
3.3 Formulación de la hipótesis	53
3.4 Variables - Operacionalización	54
3.6 Descripción de los instrumentos utilizados	57
3.7 Análisis estadístico e interpretación de datos	57
CAPITULO IV	59
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	59
4.1 Diagnóstico de la disponibilidad actual de los tractores de la empresa Agrícola San Juan SA.....	59
4.2 Contenido de un plan de mantenimiento aplicando la metodología TPM para los tractores de la empresa Agrícola San Juan SA.....	64

4.3	Evaluación económica del Plan de Mantenimiento basado en la metodología TPM.	67
4.4	Disponibilidad de los tractores de la empresa Agrícola San Juan después de aplicar el Plan de Mantenimiento basado en la metodología TPM.	69
CAPÍTULO V		71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		71
5.1.	Conclusiones	71
5.2.	Recomendaciones	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		73
ANEXOS		78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Disponibilidad Operativa de Tractores de la empresa Agrícola San Juan S.A	59
Tabla 2: Fallas Registradas y Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) en Tractores de la empresa Agrícola San Juan S.A	60
Tabla 3: Horas de Mantenimiento y Tiempo Medio para Reparar (MTTR) en Tractores de la empresa Agrícola San Juan S.A	61
Tabla 4: Tipos de Fallas y Actividades de Mantenimiento Realizadas en Tractores de la empresa Agrícola San Juan S.A	62
Tabla 5: Costo de Mantenimiento respecto al Valor de Reposición (CMRP) de Tractores de la empresa Agrícola San Juan S.A.....	63
Tabla 6: Frecuencia de Mantenimiento.....	64
Tabla 7: Lubricantes y consumibles recomendados	67
Tabla 8: Responsabilidades del Plan de Mantenimiento	67
Tabla 9: Costo de la Mano de Obra.....	68
Tabla 10: Costos de Materiales y Repuestos	68
Tabla 11: Costos Totales del Mantenimiento Preventivo	68
Tabla 12: Flujo de caja	69
Tabla 13: Disponibilidad de los Tractores considerando el Plan de Mantenimiento con la Metodología TPM.....	70

INTRODUCCION

La presente investigación aborda el problema de la baja disponibilidad operativa de los tractores en la empresa Agrícola San Juan S.A., ubicada en Chongoyape, Chiclayo. La empresa enfrenta frecuentes fallas mecánicas, paradas no programadas y una gestión deficiente del mantenimiento, lo que genera pérdidas económicas significativas y afecta la competitividad en el sector agrícola. Esta situación se agrava por la falta de repuestos, escasa capacitación técnica y ausencia de registros históricos de mantenimiento, factores que inciden directamente en la eficiencia y rentabilidad de la operación agrícola.

El objetivo general de este estudio es optimizar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los tractores aplicando la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total) en la empresa Agrícola San Juan S.A. Para ello, se plantean objetivos específicos como diagnosticar la situación actual, desarrollar el plan de mantenimiento bajo TPM, evaluar económicamente la propuesta y determinar teóricamente la mejora en la disponibilidad tras la aplicación del plan.

El primer capítulo, "Problema de la Investigación", contextualiza la problemática a nivel internacional, nacional y local, exponiendo las causas y consecuencias de la baja disponibilidad de los tractores. Se plantea la pregunta de investigación, la hipótesis y los objetivos del estudio. Este capítulo es fundamental para delimitar el alcance, justificar la relevancia del tema y sentar las bases para el desarrollo posterior del trabajo.

El segundo capítulo, "Marco Teórico", recopila antecedentes relevantes y teorías sobre mantenimiento industrial, tipos de mantenimiento y la metodología TPM. Se presentan estudios previos que demuestran la eficacia del TPM en la

mejora de la disponibilidad y eficiencia de equipos agrícolas e industriales, así como los principales indicadores de desempeño utilizados para medir la gestión del mantenimiento.

En el tercer capítulo, “Marco Metodológico”, se describe el enfoque cuantitativo, el tipo de investigación propositiva y el diseño no experimental adoptado. Se detallan la población y muestra, conformada por los 15 tractores y 50 trabajadores de la empresa, así como las técnicas e instrumentos de recolección de datos, como encuestas y guías de observación, y los métodos de análisis estadístico empleados para interpretar los resultados.

El cuarto capítulo, “Análisis e Interpretación de los Resultados”, presenta los hallazgos obtenidos tras la aplicación de la metodología TPM. Se analizan los datos recolectados, comparando la situación inicial y final de la disponibilidad de los tractores, el impacto económico de la propuesta y la percepción del personal sobre la gestión de mantenimiento. Este análisis permite validar la hipótesis y medir el alcance de los objetivos planteados.

El quinto capítulo, “Conclusiones y Recomendaciones”, sintetiza los principales hallazgos de la investigación, destacando los beneficios logrados con la implementación del plan de mantenimiento basado en TPM. Se formulan recomendaciones prácticas para la empresa y sugerencias para futuras investigaciones, orientadas a la mejora continua y sostenibilidad de la gestión de mantenimiento.

En conjunto, la estructura de este estudio permite abordar de manera integral la problemática planteada, fundamentando teóricamente la propuesta, aplicando una metodología rigurosa y generando resultados que contribuyen a

la optimización de la disponibilidad de los tractores y la competitividad de la empresa Agrícola San Juan S.A.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática

La metodología TPM es un enfoque integral de mantenimiento que busca maximizar la disponibilidad de los tractores al involucrar a todos los niveles de la organización en el proceso de mejora continua. En su implementación, según Amado y Cuenca (2023), el TPM se centra en la prevención de fallos, la eliminación de pérdidas y la mejora de la eficiencia operativa a través de actividades como el mantenimiento autónomo (realizado por los operadores), el mantenimiento preventivo y la mejora enfocada. Sus elementos incluyen para Chávez y Contreras (2023) la capacitación del personal, la estandarización de procedimientos y la creación de equipos multifuncionales que colaboran para identificar problemas recurrentes y soluciones. Asimismo, para Juárez y Ruiz (2022), los factores de esta metodología son la implicación de todo el personal, la cultura de mejora continua y la correcta gestión de datos sobre fallos y rendimientos.

A nivel global, la (TPM) destaca su origen en Japón en la década de 1950, en tal sentido ha demostrado un aumento del 7.31% en la disponibilidad de tractores, pasando del 89.64% al 94.94%, así como una mejora del 35.49% en el MTBF (Mean Time Between Failures) y una reducción del MTTR (Mean Time To Repair) en un promedio de 13 horas. Los pilares del TPM incluyen el mantenimiento autónomo, el mantenimiento planificado y la educación continua del personal, lo que fomenta una cultura de mejora continua. Países como Japón, Estados Unidos, Alemania y Brasil han adoptado esta metodología,

especialmente en el sector agrícola, para optimizar la eficiencia operativa y reducir la frecuencia de fallos en los tractores (Medina J. , 2024).

A nivel de América Latina y el Caribe, según la CEPAL en el 2021, mostró que la disponibilidad inicial de tractores era del 88%, con un objetivo de mejora al 95% tras aplicar tres pilares del TPM, mientras que en el sector agroindustrial se reportó un aumento en la eficiencia general de los equipos (OEE) de 79.31% a 86.37%. Además, en una empresa de transporte se logró una reducción del 44.6% en la ocurrencia de fallas mecánicas, aumentando la disponibilidad del 72.92% al 85%, lo que generó un incremento en los ingresos anuales estimados en 172,068 soles. Países como Perú y Ecuador han documentado la implementación del TPM en empresas agrícolas y de transporte, mientras que Chile y Colombia también han adoptado metodologías similares para optimizar sus operaciones (CEPAL, 2022).

A nivel nacional, según la Agencia Agraria del Perú, reportó en el 2024 que el sector agroindustrial en nuestra nación ha experimentado un crecimiento sostenible en los últimos años, consolidándose como líder mundial en exportaciones de uva de mesa, con proyecciones que indican que en la campaña 2024/2025 se exportaron aproximadamente 78.7 millones de cajas (de 8.2 kg cada una), lo que representa un aumento del 25.4% respecto a las 62.7 millones de cajas despachadas en la campaña anterior. Durante el período 2019-2024, las exportaciones peruanas de uva alcanzaron un valor total de 1,532.4 millones de USD en la campaña 2023/2024, lo que significa un incremento del 10.7% en comparación con el año anterior, aunque el volumen se redujo a 496,000 toneladas, una caída del 13.74%. Este crecimiento ha impulsado una mayor demanda de tractores y maquinaria agrícola, necesarios para aplicar fertilizantes

y agroquímicos, especialmente en regiones como Ica, que concentra el 49% del cultivo de uva (Agencia Agraria de Noticias, 2024).

A nivel local, en la ciudad de Chongoyape, distrito de Chiclayo, la Empresa Agrícola San Juan S.A. se destaca como el principal exportador de uva de mesa en Lambayeque, destinando sus productos a mercados en Norteamérica, América Central, Europa y Asia; sin embargo, enfrenta un déficit de tractores para cubrir las 563 hectáreas que cultiva, operando actualmente con solo 15 tractores Landini Rex 80 GE. Entre 2019 y 2024, según el Instituto Tecnológico de la Producción (2021), las exportaciones de uva de mesa han alcanzado cifras significativas, con un valor total de aproximadamente 1,532.4 millones de USD en la campaña 2023/2024, a pesar de que el volumen se redujo a 496,000 toneladas.

En tal sentido, para Amado (2024), refleja un desafío en la capacidad operativa debido a fallas mecánicas frecuentes en los tractores, como fugas de aceite hidráulico y problemas en el sistema eléctrico. Un análisis reciente reveló que las paradas no programadas representan el 69.4% de las causas de baja disponibilidad, con un impacto económico estimado en 602,800 soles anuales por mantenimiento correctivo deficiente y falta de capacitación técnica. La situación se agrava por la escasez de información histórica sobre mantenimientos y una gestión inadecuada del mantenimiento dentro del taller, lo que limita la eficiencia operativa y afecta la competitividad en el mercado global.

En efecto, la falta de repuestos e insumos para los mantenimientos preventivos y correctivos programados ha llevado a que los tractores de la Empresa Agrícola San Juan S.A. en Chongoyape permanezcan en el taller más días de lo previsto, afectando su disponibilidad operativa; en 2022, se estimó que

el costo por la no disponibilidad de equipos alcanzó 602,800 soles, lo que representa aproximadamente el 4% de la facturación anual de la empresa. Además, los tractores deben trabajar más allá de las 250 horas programadas por mantenimiento, lo que incrementa el riesgo de fallas mecánicas y reduce su eficiencia. En el mismo año, se reportó que las paradas no programadas causadas por fallas mecánicas representaron el 69.4% de las interrupciones operativas (Flores & Tocre, 2024).

1.2. Formulación del problema

¿Es posible que mediante un plan de mantenimiento aplicando la metodología TPM se mejore la disponibilidad de los tractores en la empresa agrícola San Juan SA?

1.3. Delimitación de la investigación

La presente investigación se delimita teórica, espacial, temporal y metodológicamente para garantizar la claridad y pertinencia de sus resultados. Teóricamente, el estudio se fundamenta en la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total) y en los conceptos de mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y proactivo, aplicados a la gestión de maquinaria agrícola, específicamente tractores Landini Rex 80 GE. Se consideran además los principales indicadores de gestión de mantenimiento, como MTBF, MTTR y disponibilidad operativa, para evaluar el impacto de la propuesta.

En cuanto a la delimitación espacial, la investigación se desarrolla en la empresa Agrícola San Juan S.A., ubicada en el kilómetro 56 de la carretera al distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, Perú. El estudio se centra exclusivamente en los 15 tractores Landini Rex 80 GE

y los 50 trabajadores de la empresa, sin abarcar otras sedes, marcas de tractores ni regiones agrícolas del país.

La delimitación temporal corresponde al periodo comprendido entre agosto y diciembre del año 2024 – 2025, lapso durante el cual se realiza el diagnóstico, la aplicación y la evaluación del plan de mantenimiento basado en la metodología TPM. Este marco temporal permite analizar el impacto inmediato de la propuesta, aunque no contempla los efectos a largo plazo ni ciclos agrícolas completos.

Metodológicamente, la investigación es de tipo propositiva, con un enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y diseño no experimental. Se emplean técnicas como encuestas y observación, así como herramientas estadísticas para el análisis de datos. La muestra es censal, abarcando la totalidad de tractores y trabajadores de la empresa, lo que permite una evaluación integral del impacto de la propuesta en el contexto específico de Agrícola San Juan S.A.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

Justificación teórica

El estudio se sustenta en la teoría del Mantenimiento Productivo Total (TPM), desarrollada en Japón en los años 70, que promueve la participación activa de todos los niveles de la organización para maximizar la eficiencia y disponibilidad de los equipos productivos. El TPM integra pilares como el mantenimiento autónomo, el mantenimiento planificado, la mejora continua (Kaizen), la capacitación del personal y la gestión de la calidad, permitiendo reducir fallas, optimizar el uso de recursos y aumentar la vida útil de los activos. El aporte teórico de este estudio radica en adaptar y validar la metodología TPM en el contexto agrícola peruano, específicamente en la gestión de tractores,

proporcionando evidencia empírica sobre su impacto en la disponibilidad operativa y la eficiencia, y enriqueciendo el marco conceptual sobre mantenimiento industrial en el sector agrícola.

Justificación práctica

Este estudio beneficia directamente a la empresa Agrícola San Juan S.A., ya que la implementación de un plan de mantenimiento basado en TPM permitirá mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los tractores, reducir los tiempos de inactividad y optimizar los costos operativos. Los trabajadores también se benefician mediante la capacitación y el desarrollo de competencias técnicas, lo que incrementa su seguridad y sentido de pertenencia. Además, la empresa podrá responder de manera más eficiente a las demandas del mercado, incrementando su productividad y rentabilidad, y sirviendo como modelo replicable para otras empresas agrícolas de la región.

Justificación social

El impacto social del estudio se refleja en la mejora de la competitividad del sector agrícola local, contribuyendo al desarrollo económico de la región de Lambayeque y generando empleo estable y de calidad. Al optimizar la disponibilidad de los tractores, se garantiza la continuidad de las actividades agrícolas, lo que repercute en una mayor producción y abastecimiento de alimentos, beneficiando a la sociedad en general. Asimismo, la implementación del TPM fomenta una cultura organizacional orientada a la seguridad, la prevención de riesgos laborales y el cuidado del medio ambiente, aspectos fundamentales para el bienestar social.

Justificación metodológica

El aporte metodológico del estudio radica en la aplicación de un enfoque cuantitativo, descriptivo y no experimental, empleando técnicas como encuestas, observación y análisis estadístico para evaluar el impacto de la metodología TPM en la disponibilidad de los tractores. Se propone un modelo estructurado de diagnóstico, intervención y evaluación, que puede ser replicado en otras empresas del sector agrícola o industrial. Además, el estudio contribuye a la sistematización de procedimientos y herramientas de gestión de mantenimiento, fortaleciendo la toma de decisiones basada en datos y la mejora continua en la gestión de activos productivos.

1.5. Limitaciones de la investigación

Limitaciones teóricas

La investigación enfrenta restricciones en la disponibilidad de datos históricos confiables sobre mantenimientos realizados a los tractores, lo que limita el análisis comparativo entre la situación inicial y los resultados post-TPM. Esta falta de registros documentales, reportada en estudios similares, impide una evaluación precisa de tendencias de fallas y rendimiento operativo previo. Además, la ausencia de estándares técnicos actualizados para el mantenimiento de tractores Landini Rex 80 GE en contextos agrícolas peruanos dificulta la validación teórica de los parámetros de disponibilidad propuestos.

Limitaciones espaciales

El enfoque se circunscribe exclusivamente a los 15 tractores de la empresa Agrícola San Juan S.A. en Chongoyape, sin considerar variaciones climáticas, tipos de suelo o cargas de trabajo en otras zonas agrícolas de Lambayeque. Esto, restringe la generalización de los resultados a contextos con

condiciones operativas similares. La dispersión geográfica de los equipos y la falta de acceso a tractores en zonas remotas, limitan la aplicabilidad del plan propuesto en entornos con mayor complejidad logística.

Limitaciones temporales

La duración del estudio (5 meses) no permite medir el impacto a largo plazo de la implementación del TPM, especialmente en indicadores como el MTBF y MTTR, que requieren periodos superiores a un año para estabilizarse, según análisis de disponibilidad en maquinaria agrícola. Además, la concentración del trabajo en una sola campaña agrícola (2019-2024) dificulta la evaluación de ciclos operativos completos, tal como se evidencia en investigaciones sobre disponibilidad mecánica.

Limitaciones organizacionales

La resistencia al cambio en la estructura de mantenimiento actual, donde predominan prácticas correctivas sobre preventivas, constituye un obstáculo para la adopción del TPM. Esto coincide con hallazgos de estudios que señalan la falta de cultura de mejora continua y la inadecuada gestión de repuestos como barreras críticas. La dependencia de recursos externos para la compra de componentes críticos y la escasez de personal capacitado en técnicas TPM, podrían dilatar la implementación efectiva del plan propuesto.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Optimizar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los tractores aplicando la metodología TPM en la empresa Agrícola San Juan SA.

1.6.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la disponibilidad actual de los tractores de la empresa Agrícola San Juan SA.
- Desarrollar el contenido de un plan de mantenimiento aplicando la metodología TPM para los tractores de la empresa Agrícola San Juan SA
- Realizar la evaluación económica del Plan de Mantenimiento basado en la metodología TPM.
- Determinar en forma teórica la disponibilidad de los tractores de la empresa Agrícola San Juan después de aplicar el Plan de Mantenimiento basado en la metodología TPM.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En Santiago, Campos (2020), en su estudio titulado “Modelo de optimización para la planificación de actividades cíclicas de mantenimiento preventivo” su propósito fue desarrollar un modelo de optimización para la programación de actividades cíclicas de mantenimiento preventivo en activos físicos, utilizando la metodología RCM (Reliability-Centered Maintenance). Fue un estudio cuantitativo con un diseño experimental. Se reveló que, en el Caso I, donde las frecuencias de las actividades eran múltiplos entre sí, la incorporación de tolerancias no produjo una reducción en la ineficiencia, manteniéndose esta en un 0 %. En el Caso II, donde las frecuencias no eran múltiplos entre sí, se observó una disminución significativa de la ineficiencia, alcanzando una reducción del 33,3 % (aproximadamente un tercio). En el Caso III, una combinación de los dos anteriores, la ineficiencia se redujo en un 18 %, lo que evidenció un impacto moderado. En conclusión, el modelo demostró ser altamente efectivo en reducir ineficiencias, especialmente en contextos donde las frecuencias de mantenimiento no son múltiplos entre sí.

En Bolivia, Quispe (2019), en su estudio titulado “Gestión de mantenimiento y optimización de equipos para el área de helados en la Compañía de Alimentos LTDA-DELIZIA” el propósito del estudio fue el diseño de un sistema optimizado de gestión de mantenimiento y mejora de equipos. Se adoptó una metodología mixta que integró los métodos TPM y RCM, estructurada según el análisis de la norma ISO 14224 y apoyada en las guías

SAE JA 1011 y JA 1012. Se reveló que los equipos lograron una disponibilidad del 92 % y una confiabilidad del 65 %, lo que destacó la necesidad de mantenimientos más intensivos. La distribución de Weibull ayudó a analizar fallas con un margen de error del 5 % y la introducción de tolerancias redujo fallas imprevistas en un 12 %. Sin embargo, el alto costo del modelo, estimado en un 15 % del presupuesto anual, y la capacitación del 80 % del personal hicieron que no fuera viable para la industria alimentaria. A pesar de esto, el estudio aumentó en un 25 % el conocimiento técnico de los activos críticos, y la combinación de TPM y RCM demostró ser eficaz para optimizar la gestión y aumentar la confiabilidad hasta un 85 % en futuras aplicaciones.

En Colombia, Maya (2019), en su estudio titulado “Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM” su propósito del estudio fue diseñar una estrategia de mantenimiento fundamentada en la confiabilidad (RCM), complementada por la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM). Se empleó un enfoque cuantitativo, estructurado a partir del diagnóstico y análisis mediante técnicas como el FMEA y la distribución de Weibull. Se reveló que, la disponibilidad en el área de mezcla era del 85 %, incrementándose de manera sostenida hasta llegar al 93 %, tras la implementación de técnicas de monitoreo en equipos críticos. Este aumento de 8 % subrayó la efectividad de avanzar en la implementación de TPM, del paso cuatro al cinco, en la optimización del mantenimiento. Además, los análisis de confiabilidad con la curva de Weibull permitieron determinar el momento exacto para ejecutar mantenimientos predictivos, evitando tanto fallas prematuras como intervenciones innecesarias. Se concluyó que la integración de las metodologías RCM y TPM proporcionó una mejora sustancial.

En Ecuador, Bravo (2023), en su estudio titulado “Optimización del Proceso de la Gestión del Mantenimiento Industrial con la Metodología Word Class Manufacturing “WCM” y la TPM de las líneas de envasado en una empresa de Morteros” su propósito fue abordar la problemática de las paradas no programadas en las líneas de envasado. Se logró una reducción del 50 % en las pérdidas causadas por paradas no programadas, y el OEE (Overall Equipment Effectiveness) de la planta aumentó en 5 puntos. Asimismo, los indicadores de mantenimiento, como el Mean Time Between Failures (MTBF) y el Mean Time to Repair (MTTR), mostraron una mejora significativa. En conclusión, la implementación de la metodología WCM permitió no solo la reducción de pérdidas industriales, sino también la optimización de los costos operativos, garantizando la erradicación de las principales ineficiencias y mejorando la confiabilidad de los equipos de manera sostenible.

En Santo Domingo, Pérez y Castro (2022), en su estudio titulado “Propuesta de mejora para reducir las fallas mediante el TPM en el proceso productivo de paletizado de la empresa alimentos balanceados Albaca” su propósito fue aplicar la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM), para optimizar los procesos de producción. Empleó una metodología cuantitativa con un diseño experimental. Se evidenció que, el tiempo dedicado a paradas por mantenimiento correctivo disminuyó en un 69.9 %, mientras que la eficiencia operativa mejoró en un 34 %, y el OEE experimentó un aumento del 46 %. Además, se observó un crecimiento cualitativo en el conocimiento técnico y el compromiso de los trabajadores con la maquinaria, junto con una notable mejora en la apariencia de los equipos tras la implementación de TPM. Se concluyó que,

la aplicación de TPM no solo mejoró significativamente los procesos productivos, sino que también reforzó la competitividad de la empresa al prepararla mejor para adaptarse a las exigencias del mercado, confirmando que esta metodología le es esencial para lograr el éxito organizacional sostenible.

2.1.2. Contexto Nacional

En Lima, Palomino, (2020), en su estudio titulado “Optimización de la disponibilidad mecánica de la Chancadora Metso C-110, mediante la aplicación de un plan de mantenimiento basado en la metodología TPM” su propósito fue realizar un análisis detallado de la criticidad de los componentes, identificando como de alta importancia el eje principal, spider, cuerpo, excéntrica y el sistema de accionamiento, mientras que la unidad hidráulica y el sistema de sello de polvo fueron clasificados con criticidad media. Se reveló que, tras la implementación del plan, la disponibilidad mecánica de la máquina promedió un 93,11 % entre enero y julio de 2020. A nivel inferencial, se observó una mejora considerable, con un aumento del 40,33 % en comparación con 2018 y un incremento del 56,32 % en relación con 2019. En conclusión, la implementación del plan de mantenimiento bajo la metodología TPM logró una optimización significativa en la disponibilidad mecánica de la chancadora METSO C-110, demostrando una mejora sostenida en su operación.

En Arequipa, Tejada (2019), en su estudio titulado “Propuesta de modelo de optimización de la disponibilidad de maquinaria y equipo del área de Maestranza de la empresa FAMAI, utilizando la metodología del Mantenimiento Productivo Total – TPM”, tuvo como propósito diseñar un modelo de optimización destinado a mejorar la disponibilidad de maquinaria y equipos en el área de maestranza. La metodología utilizada fue de carácter cuantitativo. Se reflejó una

mejora considerable en la disponibilidad de las máquinas, incrementándose del 89,75 % al 97,20 % tras la aplicación del modelo propuesto. En términos inferenciales, el análisis económico evidenció una relación beneficio-costos favorable, destacando que los beneficios económicos obtenidos mediante la implementación del TPM crecieron con el tiempo. En conclusión, la implementación del modelo de optimización basado en TPM no solo aumentó de manera significativa la disponibilidad de los equipos, sino que también resultó ser una solución económicamente rentable, con un impacto positivo sostenido a largo plazo para la organización.

En Lima, Canahua (2021), en su estudio titulado “Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica” su propósito fue validar la viabilidad de implementar la metodología TPM-Lean Manufacturing para incrementar la eficiencia operativa de los equipos (OEE). Se utilizó un enfoque cuantitativo bajo un diseño experimental. Se reveló que, tras la implementación de la metodología TPM, la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos para el sector minero en la empresa FRESEP SAC mejoró significativamente, aumentando de un 32,86 % a un 85,58 %. La inversión necesaria para implementar estas mejoras ascendía a S/ 119,317.15, pero generaba un ahorro considerable de S/ 590,353.55, lo que justificaba plenamente la inversión. En conclusión, el estudio demostró que la implementación de TPM-Lean Manufacturing es no solo factible, sino también altamente efectiva para incrementar la eficiencia en pymes del sector metalmeccánico, ofreciendo además importantes beneficios económicos y un retorno positivo de la inversión realizada.

En Tacna, Paja y Paz (2023), en su estudio titulado “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de componentes menores en un motor diesel de tractores de ruedas basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar el desempeño operacional de una empresa minera, Tacna 2023” su propósito fue incrementar la disponibilidad y confiabilidad de los tractores mediante la metodología TPM. Se adoptó un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental. Se reveló que, la existencia de fallas repetitivas en seis tractores y la carencia de procedimientos establecidos para el cambio de componentes menores, lo que ocasionaba prolongados tiempos de reparación y, en algunos casos, daños más severos. Asimismo, el análisis de los tiempos promedio entre fallas (MTBF) y el tiempo promedio de reparación (MTTR) evidenció la necesidad de implementar inspecciones y reemplazos preventivos con mayor frecuencia. En conclusión, se planteó un plan de mantenimiento estructurado en función de las horas de servicio y un cronograma de adquisición de componentes.

En Lima, LLontop (2023), en su estudio titulado “Propuesta para mejorar la disponibilidad de una flota de camiones, en una empresa de transporte de carga y mercancías, aplicando la metodología TPM”, su objetivo fue optimizar la disponibilidad operativa de una flota de camiones perteneciente a una empresa de transporte dedicada al traslado de carga y mercancías. La baja disponibilidad, que alcanzaba un 86,06 % en 2022, estaba directamente afectada por frecuentes fallas mecánicas que requerían reparaciones correctivas, reduciendo los tiempos productivos de los vehículos. Se reveló que, tras la simulación de la propuesta, la disponibilidad de la flota se incrementó al 92,2 %, logrando una reducción significativa en las horas dedicadas a mantenimientos correctivos en taller. En

efecto, se concluyó que la aplicación de estas herramientas no solo mejoró la disponibilidad de los camiones, sino que también incrementó la rentabilidad de la empresa, optimizando los tiempos operativos y minimizando los costos derivados de las reparaciones no planificadas.

2.1.3. Contexto Local

En Chiclayo, (Vera , 2019) en su tesis titulada “Plan de mantenimiento basado en la metodología del TPM para la optimización de la producción de bebidas gasificadas de la empresa AJEPER S.A”, su objetivo fue analizar la eficiencia operativa en la producción de bebidas gasificadas de la empresa AJEPER S.A. mediante la implementación de (TPM). Se adoptó un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental. A través de los seis pilares fundamentales del TPM, se cuantificó la mejora en los indicadores de mantenimiento. Los resultados estadísticos indicaron un aumento considerable en la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. Adicionalmente, el análisis económico confirmó la viabilidad del proyecto, mostrando un Valor Actual Neto (VAN) positivo y una Tasa Interna de Retorno favorable. En conclusión, la implementación del plan de mantenimiento basado en TPM no solo mejoró significativamente la eficiencia operativa de la planta, sino que también demostró ser una inversión económicamente rentable.

En Chiclayo, García (2019) en su tesis titulada “Plan de mantenimiento basado en la metodología (TPM) para optimizar la operación de los volquetes FMX 8X4 volvo proyecto carachugo-2019”, Su propósito fue mejorar la operatividad de la flota de volquetes en el Proyecto Minero Carachugo mediante el historial de fallas registrado durante la operación. Se utilizó una metodología cuantitativa de carácter no experimental, fundamentado en la metodología TPM.

Se reveló que, una disminución considerable en la frecuencia de fallas operativas tras la implementación del plan. No obstante, no se realizó un análisis económico, dado que no se disponía de datos sobre los costos asociados a la ejecución del plan de mantenimiento TPM. En conclusión, la implementación de esta metodología mejoró de manera significativa los indicadores de mantenimiento, aumentando la operatividad de la flota y reduciendo las fallas imprevistas, lo que contribuyó a una mayor eficiencia operativa en el proyecto minero.

En Lambayeque, Montalvan (2022), en su estudio titulado “Plan de mantenimiento preventivo para aumentar disponibilidad de maquinaria en una empresa agrícola” El propósito fue diseñar un plan de mantenimiento preventivo con el fin de mejorar la disponibilidad de la maquinaria. Para ello, se llevó a cabo una investigación de tipo aplicada con un diseño no experimental, en la que se analizaron los valores iniciales de disponibilidad y se utilizó el Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) para identificar los sistemas más críticos. Se reveló que, el Tiempo Promedio de Reparación (MTTR) inicial fue de 13,67 horas, mientras que el proyectado se redujo a 7,87 horas. Asimismo, el Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF) pasó de 160,10 horas a 165,89 horas. En términos de disponibilidad, se observó un aumento del 90,59 % al 95,20 %, lo que representó una mejora del 4,61 %. En conclusión, el estudio evidenció que un plan de mantenimiento preventivo adecuadamente formulado, enfocado en la identificación de fallas y en un mantenimiento rutinario bien estructurado, mejora de manera notable los indicadores de disponibilidad y el rendimiento global de la maquinaria en operación.

En Lambayeque, Pereyra (2020), en su estudio titulado “Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de tractor Landini REX DT80GE de la empresa Agrícola San Juan”, su propósito fue diseñar un plan de mantenimiento preventivo orientado a optimizar la disponibilidad mecánica de los tractores agrícolas Landini Rex DT-80GE. Fue un estudio cuantitativo con un diseño no experimental. Se reveló que, la implementación del plan de mantenimiento permitió prolongar la vida útil de los activos, a la vez que redujo considerablemente los tiempos de inactividad de la maquinaria. Desde una perspectiva inferencial, se concluyó que el aumento en la disponibilidad de los ||que evidenció la viabilidad económica de la propuesta. En definitiva, el plan de mantenimiento preventivo no solo mejoró la eficiencia y disponibilidad de los equipos, sino que también potenció la rentabilidad de la empresa al minimizar las pérdidas por fallas y tiempos muertos.

En Chiclayo, Rodríguez y Santisteban (2021), en su estudio titulado “Plan de gestión de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de las unidades en la empresa TYMSAC”, su propósito de este estudio fue elevar la disponibilidad de las unidades de la empresa TYMSAC a través de la implementación de un Plan de Gestión de Mantenimiento. Para ello, se adoptó una metodología cuantitativa con un diseño no experimental. Posteriormente, se aplicó la metodología TPM para seleccionar las unidades más críticas, que fueron el objeto central de la investigación. Se diseñó un plan de mantenimiento preventivo y autónomo orientado a reducir significativamente las fallas en los equipos de mayor criticidad. Los resultados estadísticos indicaron que la disponibilidad de las unidades se incrementó hasta alcanzar un 90 %, logrando además un beneficio-costo de S/.1,68. En conclusión, el estudio evidenció que la

implementación adecuada de un plan de gestión de mantenimiento es fundamental para mejorar la disponibilidad operativa de las unidades y asegurar beneficios económicos sustanciales para la empresa.

2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema investigado

2.2.1. Definición y tipos de mantenimiento

2.2.1.1. Mantenimiento correctivo:

El mantenimiento correctivo se refiere a las acciones realizadas después de que un equipo o sistema ha fallado, con el objetivo de restaurarlo a su condición operativa. Este tipo de mantenimiento se activa una vez que el defecto o falla ha ocurrido, por lo que su ejecución es reactiva. Aunque es necesario en situaciones de emergencia, presenta desventajas significativas, como los altos costos asociados a tiempos de inactividad inesperados, daños secundarios a componentes adyacentes y la posible interrupción de operaciones críticas. En entornos industriales, como la agricultura mecanizada, donde la disponibilidad de equipos como tractores es esencial, depender excesivamente del mantenimiento correctivo puede afectar severamente la eficiencia operativa (Solís & Torres, 2021).

2.2.1.2. Mantenimiento preventivo:

El mantenimiento preventivo implica la planificación y ejecución de tareas de mantenimiento en intervalos regulares, con el fin de evitar fallos antes de que ocurran. Este tipo de mantenimiento se basa en cronogramas predefinidos o en el número de horas de operación de los equipos. Su objetivo es reducir la probabilidad de fallos mediante inspecciones, ajustes, limpiezas y sustitución de componentes en base a un ciclo temporal. Aunque su implementación implica costes operativos programados, los beneficios superan estos costos debido a la

reducción de tiempos de inactividad no planificados y la mejora de la vida útil de los equipos, un factor crítico para asegurar la alta disponibilidad de tractores en la industria agrícola (Bustamante, 2022).

2.2.1.3. Mantenimiento predictivo:

Emplea tecnologías avanzadas para monitorear el estado y rendimiento de los equipos en tiempo real, permitiendo predecir cuándo es probable que ocurra una falla. Se basa en técnicas como el análisis de vibraciones, termografía, ultrasonido y monitoreo de lubricantes. Su enfoque es identificar condiciones anómalas o desgastes antes de que provoquen un fallo crítico, lo que permite realizar intervenciones solo cuando son necesarias, minimizando tanto las interrupciones no planificadas como los costos innecesarios de mantenimiento. En sistemas mecánicos complejos como los tractores agrícolas, la implementación de mantenimiento predictivo puede optimizar considerablemente la disponibilidad al predecir con precisión las necesidades de mantenimiento (Rojas, 2022).

2.2.1.4. Mantenimiento proactivo:

Busca eliminar las causas fundamentales de los fallos, en lugar de solo tratar sus síntomas. Se enfoca en mejorar el diseño, operación y entorno del equipo para prevenir que se produzcan fallos recurrentes. Esto incluye análisis detallados de las fallas, como el análisis de la causa raíz (RCA) y el análisis de modo y efecto de fallos (FMEA), para identificar y corregir los problemas antes de que impacten la operación. En el caso de tractores y maquinaria agrícola, el mantenimiento proactivo es una estrategia clave para maximizar la disponibilidad y la fiabilidad, ya que elimina fuentes de fallos recurrentes, reduce las paradas

no planificadas y optimiza el rendimiento de los equipos a largo plazo (Garay & Maceda, 2020).

2.2.2. Metodología de mantenimiento productivo total (TPM)

2.2.2.1. Mejora continua (Kaizen):

Se basa en la idea de realizar mejoras incrementales constantes en los procesos, sistemas y métodos de trabajo para aumentar la eficiencia y la calidad, reduciendo los desperdicios y fallos. En el contexto de la ingeniería mecánica aplicada a la maquinaria agrícola, como los tractores, Kaizen busca optimizar cada aspecto del proceso de mantenimiento, asegurando que los pequeños ajustes diarios contribuyan a un mejor rendimiento global. Esto se traduce en menor tiempo de inactividad, mejor disponibilidad de los equipos y una reducción de los costes operativos (Hernández, 2023).

2.2.2.2. Mantenimiento autónomo:

El mantenimiento autónomo es un enfoque que empodera a los operadores de los equipos para que realicen tareas básicas de mantenimiento y diagnóstico, como limpieza, lubricación y ajustes menores. Esto reduce la dependencia de los técnicos de mantenimiento especializados para trabajos rutinarios, permitiendo que estos últimos se enfoquen en problemas más complejos. En sistemas mecánicos complejos como los tractores, los operadores juegan un papel clave en la detección temprana de anomalías, contribuyendo a la prevención de fallos mayores. Esta práctica mejora la conciencia operativa, extiende la vida útil de los equipos y facilita la implementación de un mantenimiento más efectivo (Ayala & Palacios, 2024).

2.2.2.3. Mantenimiento planeado:

Consiste en la programación sistemática de tareas de mantenimiento con el objetivo de minimizar el impacto de las intervenciones en las operaciones productivas. A diferencia del mantenimiento correctivo que se realiza después de una falla, el mantenimiento planeado se lleva a cabo de acuerdo con un cronograma bien definido, basado en las horas de operación, el ciclo de vida de los componentes o el historial de fallos del equipo. En la industria agrícola, donde los tractores son esenciales para el rendimiento continuo, la planificación adecuada del mantenimiento asegura que las intervenciones se realicen durante períodos de baja demanda, lo que maximiza la disponibilidad y reduce las pérdidas económicas derivadas de paradas inesperadas (Arcos, 2023).

2.2.2.4. Control inicial:

Se enfoca en el diseño y la implementación de nuevos equipos o modificaciones con el objetivo de evitar problemas futuros de mantenimiento y mejorar su operabilidad. Esto implica la colaboración entre los ingenieros de diseño, los operadores y el personal de mantenimiento desde la fase temprana de un proyecto, asegurando que los equipos sean más fáciles de mantener, reparar y operar desde su inicio. En la mecanización agrícola, el control inicial asegura que los tractores y otras maquinarias sean diseñados no solo para el rendimiento, sino también para facilitar su mantenimiento y reducir la probabilidad de fallos a lo largo de su ciclo de vida (Guerra, 2019).

2.2.2.5. Capacitación y entrenamiento:

El personal debe estar altamente cualificado para operar, diagnosticar y mantener los equipos de manera eficaz. Esto no solo incluye el entrenamiento técnico, sino también el desarrollo de habilidades de análisis y resolución de

problemas. En el entorno agrícola, donde los operadores de tractores y los técnicos de mantenimiento trabajan con maquinaria compleja y condiciones operativas variables, un programa de formación adecuado asegura que el equipo esté en condiciones óptimas de operación y que las interrupciones debidas a errores humanos o fallos no diagnosticados correctamente se minimicen (Raúl, 2019).

2.2.2.6. Gestión de la calidad:

Se refiere a la integración de prácticas de control de calidad en todas las actividades de mantenimiento y operación de los equipos. Esto implica un enfoque preventivo para evitar defectos y fallos, aplicando principios de control estadístico de procesos y asegurando que cada intervención de mantenimiento se realice bajo los estándares más altos. En el mantenimiento de tractores y otros equipos agrícolas, la gestión de la calidad garantiza que los procedimientos de mantenimiento no solo restauren la funcionalidad del equipo, sino que mejoren continuamente su rendimiento y fiabilidad. De esta forma, la calidad del mantenimiento impacta directamente en la disponibilidad y durabilidad de los equipos (Navarro & Chininin, 2019).

2.2.3. Beneficios del TPM en la gestión de equipos industriales

Al integrar un enfoque proactivo y preventivo, el TPM reduce significativamente las paradas no planificadas y las fallas inesperadas. En equipos industriales complejos, como los tractores agrícolas, esta metodología asegura que las intervenciones de mantenimiento se realicen en el momento adecuado, evitando daños mayores y asegurando que los equipos estén disponibles para su operación en todo momento. Esto maximiza la productividad al minimizar los tiempos de inactividad, lo cual es crítico en sectores donde la

continuidad operativa es vital para cumplir con los plazos de producción (Bustamante, 2022).

Además, el TPM promueve una reducción de costos operativos a largo plazo. Al implementar un sistema de mantenimiento autónomo y predictivo, se disminuyen las necesidades de reparaciones correctivas costosas y se optimiza el uso de recursos, desde repuestos hasta mano de obra. La mejora continua, o Kaizen, también asegura que los procesos se optimicen constantemente, lo que contribuye a una mayor eficiencia operativa. En el caso de la maquinaria agrícola, los costos asociados con las fallas no planificadas, como la pérdida de cosechas por la inoperatividad de los tractores, se reducen sustancialmente (Rojas, 2022).

Otro beneficio clave del TPM es el empoderamiento del personal y el aumento de la seguridad operativa. Al involucrar a los operadores en el mantenimiento autónomo, estos desarrollan un mayor conocimiento del estado de los equipos, lo que no solo mejora la detección temprana de problemas, sino que también incrementa la seguridad al reducir los riesgos asociados con fallas catastróficas. En un entorno industrial, donde los equipos pesados presentan riesgos significativos, la implementación del TPM contribuye a crear un ambiente de trabajo más seguro y eficiente, reduciendo incidentes y mejorando el bienestar del personal (Solís & Torres, 2021).

2.2.4. Disponibilidad de equipos

2.2.4.1. Factores que afectan la disponibilidad de los equipos:

Entre los principales están la frecuencia de fallos, la eficiencia del mantenimiento y la calidad operativa. Un equipo con componentes de baja calidad o sometido a condiciones de operación extremas tiene una mayor

probabilidad de fallar, lo que afecta su disponibilidad. Además, la capacidad de respuesta del equipo de mantenimiento, la gestión de repuestos y la formación del personal juegan un papel crucial en minimizar el tiempo de inactividad. En el contexto de la ingeniería mecánica aplicada a la agricultura, donde los tractores deben estar disponibles durante períodos críticos de siembra o cosecha, la falta de una estrategia de mantenimiento adecuada puede provocar grandes pérdidas de productividad (Garay & Maceda, 2020).

2.2.4.2. Indicadores de desempeño (KPI) para la disponibilidad:

Para medir y gestionar la disponibilidad de los equipos, se utilizan una serie de indicadores clave de desempeño (KPI) que permiten evaluar la eficacia del mantenimiento y la confiabilidad de los equipos. Los KPI más relevantes incluyen el Tiempo Medio Entre Fallos (MTBF), el Tiempo Medio de Reparación (MTTR) y la disponibilidad operativa. Estos indicadores proporcionan información crucial sobre la frecuencia y duración de los fallos, así como la capacidad del sistema de mantenimiento para restaurar los equipos a su condición operativa en el menor tiempo posible. El seguimiento constante de estos KPI permite identificar áreas de mejora y ajustar los planes de mantenimiento para maximizar la disponibilidad de los equipos (Ayala & Palacios, 2024).

2.2.4.3. Tiempo medio entre fallos (MTBF):

El MTBF es un indicador clave que mide el tiempo promedio que un equipo opera sin interrupciones antes de sufrir un fallo. Se calcula dividiendo el tiempo total de operación por el número de fallos registrados. Un valor elevado de MTBF indica que los equipos tienen una alta fiabilidad y que las fallas son poco frecuentes, lo que contribuye a una mayor disponibilidad. En maquinaria

agrícola, un MTBF alto es crucial para asegurar que los tractores puedan cumplir con las demandas de trabajo intensivas sin sufrir interrupciones constantes, lo que reduce tanto los costos de mantenimiento correctivo como los tiempos de inactividad (Hernández, 2023).

2.2.4.4. Tiempo medio de reparación (MTTR):

El MTTR mide el tiempo promedio necesario para reparar un equipo después de que ocurre una falla. Se calcula dividiendo el tiempo total de reparación por el número de fallas. Un MTTR bajo refleja una eficiencia alta en el proceso de mantenimiento, lo que es esencial para minimizar el tiempo de inactividad y mejorar la disponibilidad de los equipos. En el caso de los tractores, un MTTR reducido significa que el equipo puede volver a operar rápidamente, lo que es especialmente importante durante las temporadas críticas de trabajo agrícola, donde cualquier retraso puede afectar negativamente la producción (Guerra, 2019).

2.2.4.5. Disponibilidad operativa:

La disponibilidad operativa es un KPI que combina tanto el MTBF como el MTTR para proporcionar una medida del porcentaje de tiempo que un equipo está disponible para operar en comparación con el tiempo total que debería estar disponible. Se calcula como: $\text{Disponibilidad} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$. Este indicador es esencial para evaluar la eficiencia global del sistema de mantenimiento, ya que muestra el impacto conjunto de la frecuencia de fallos y la capacidad de reparación en la operatividad del equipo. Para los tractores, lograr una alta disponibilidad operativa es crítico para maximizar su uso efectivo durante las ventanas de producción (Maya, 2019).

2.2.4.6. Impacto del mantenimiento en la disponibilidad:

Un sistema de mantenimiento efectivo, que combina estrategias preventivas, predictivas y proactivas, puede reducir la frecuencia de fallos y minimizar los tiempos de reparación, mejorando así los valores de MTBF y MTTR. En el sector agrícola, un plan de mantenimiento adecuado asegura que los tractores y otros equipos cruciales estén disponibles cuando más se necesitan, reduciendo las pérdidas operativas y aumentando la productividad. La optimización del mantenimiento, apoyada por indicadores como el MTBF y MTTR, es una de las principales formas de garantizar que los equipos industriales funcionen de manera confiable y eficiente (Bustamante, 2022).

2.2.5. Optimización del Plan de Mantenimiento

2.2.5.1. Técnicas para la Optimización de Mantenimiento:

Se refiere al uso de técnicas avanzadas para maximizar la eficiencia y minimizar los costos de los programas de mantenimiento, asegurando la mayor disponibilidad posible de los equipos. Entre las principales técnicas se encuentran el Análisis de Modo y Efecto de Fallos (FMEA), el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) y el Mantenimiento Basado en Condición (CBM). Estas metodologías permiten una planificación más precisa del mantenimiento al enfocarse en los componentes críticos y anticipar fallos antes de que ocurran, lo que reduce las paradas no programadas y mejora el rendimiento global de los equipos, como tractores y maquinaria agrícola (Bravo, 2023).

2.2.5.2. Análisis de Modo y Efecto de Fallos (FMEA):

Identifica los modos de fallo potenciales de un equipo o sistema y evalúa sus efectos en el funcionamiento. Este análisis permite priorizar las áreas que

requieren atención, basándose en la criticidad de cada fallo, considerando la frecuencia, severidad y capacidad de detección. En la gestión de maquinaria agrícola, como los tractores, el FMEA ayuda a identificar los componentes más vulnerables a fallos y a desarrollar estrategias preventivas que mitiguen esos SSriesgos, lo que maximiza la disponibilidad y minimiza las interrupciones operativas (Ayala & Palacios, 2024).

2.2.5.3. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM):

Se enfoca en desarrollar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad y el contexto operativo de los equipos. RCM clasifica los activos según su criticidad y establece el tipo de mantenimiento más adecuado para cada uno (correctivo, preventivo o predictivo), basándose en los riesgos y consecuencias del fallo. En la gestión de tractores agrícolas, RCM permite optimizar los recursos de mantenimiento al enfocarse en los sistemas más críticos, garantizando que los equipos estén operativos durante los períodos de mayor demanda y que se minimicen los costes de fallos catastróficos (Garay & Maceda, 2020).

2.2.5.4. Indicadores de Mantenimiento Basado en Condición (CBM):

Utiliza datos en tiempo real de los equipos para monitorear el estado de sus componentes y predecir la necesidad de intervención antes de que ocurra un fallo. A través de sensores y tecnologías de monitoreo como análisis de vibraciones, temperatura y desgaste de componentes, el CBM permite un mantenimiento más preciso y eficiente. En la maquinaria agrícola, el uso de CBM es particularmente valioso para asegurar que los tractores reciban mantenimiento solo cuando realmente es necesario, lo que reduce el tiempo de inactividad innecesario y extiende la vida útil de los componentes críticos,

mejorando así la disponibilidad global de los equipos (Rodriguez & Santisteban, 2021).

Indicadores para la gestión del mantenimiento

Tiempo Medio entre Fallas (MTBF), permite medir la probabilidad entre el inicio del trabajo del equipo y la aparición de un fallo.

$$MTBF = \frac{\text{Horas Programadas} - \text{Horas de parada por falla}}{\sum \text{Número de paradas por falla}}$$

Tiempo Medio para Reparar (MTTR), permite indicar la efectividad en poner operativo un equipo desde el momento que se presenta la falla.

$$MTTR = \frac{\sum (\text{Horas de Mtto Preventivo} + \text{Horas de reparacion})}{\sum \text{Número de Paradas}}$$

Disponibilidad, tiempo en el que se asegura el funcionamiento de un equipo a fin de realizar un óptimo trabajo.

$$\text{Disponibilidad \%} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\%$$

Índice de calidad,

$$I.C = \frac{\text{Producción en especificación}}{\text{Producción real total}}$$

Índice global de los equipos, mide la efectividad total de un equipo donde se tiene en cuenta la disponibilidad, desempeño y calidad.

$$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Desempeño} * \text{Calidad}$$

Costos de mantenimiento

Indicador del costo de mantenimiento

$$CMFT = \frac{\text{Costo Total de Mantenimiento}}{\text{Facturación de empresa}}$$

Costo de mantenimiento por el valor de reposición

$$CMRP = \frac{\text{Costo total acumulado de mtto de un determinado equipo}}{\text{Valor de compra del mismo equipo}} * 100$$

2.2.6. Definición de Términos

Mantenimiento Productivo Total (TPM): Estrategia integral de gestión que involucra a todos los empleados en el mantenimiento preventivo y proactivo de los equipos, con el objetivo de maximizar la eficiencia operativa y la disponibilidad de la maquinaria.

Disponibilidad de equipos: Porcentaje de tiempo en que un equipo está en condiciones de operar respecto al tiempo total que debería estar disponible, considerando tanto las fallas como los tiempos de reparación.

Mantenimiento preventivo: Conjunto de acciones programadas regularmente para evitar fallas y prolongar la vida útil de los equipos, como inspecciones, ajustes y sustitución de piezas.

Mantenimiento predictivo: Estrategia que utiliza tecnologías de monitoreo y análisis de datos para anticipar fallas, permitiendo intervenir solo cuando es necesario y reduciendo el tiempo de inactividad.

Mantenimiento correctivo: Acciones realizadas para reparar un equipo después de que ha fallado, restaurando su funcionalidad original.

MTBF (Mean Time Between Failures): Indicador que mide el tiempo promedio de operación de un equipo entre fallas sucesivas.

MTTR (Mean Time To Repair): Tiempo promedio necesario para reparar un equipo y devolverlo a su estado operativo tras una falla.

Mantenimiento autónomo: Práctica donde los operadores de equipos realizan tareas básicas de mantenimiento, como limpieza y lubricación, para prevenir fallas y detectar anomalías tempranamente

2.3. Definiciones Conceptuales

TPM (Total Productive Maintenance): Es una metodología de gestión desarrollada en Japón, orientada a maximizar la efectividad de los equipos mediante la eliminación de averías, la reducción de paradas imprevistas y la mejora continua. TPM se basa en ocho pilares, entre los que destacan el mantenimiento autónomo, el mantenimiento planificado, la formación del personal y la gestión de la calidad, buscando una producción sin pérdidas y con alta participación de todos los trabajadores.

Disponibilidad operativa: Se define como la capacidad de los tractores para estar disponibles y en condiciones de uso durante el tiempo requerido para las labores agrícolas. Este indicador se calcula considerando tanto el tiempo medio entre fallas (MTBF) como el tiempo medio de reparación (MTTR), reflejando la eficiencia del sistema de mantenimiento implementado.

Plan de mantenimiento: Es el conjunto estructurado de actividades, procedimientos y cronogramas diseñados para asegurar el correcto funcionamiento de los tractores, minimizando las fallas y optimizando los recursos disponibles. Incluye acciones preventivas, predictivas y correctivas, así como la capacitación y participación del personal operativo.

Gestión de mantenimiento: Hace referencia a la planificación, organización, ejecución y control de todas las actividades relacionadas con el mantenimiento de los equipos, con el fin de garantizar su operatividad, reducir costos y mejorar la seguridad y productividad en la empresa agrícola.

Eficiencia operativa: Es el grado en que los recursos disponibles (maquinaria, personal, insumos) se utilizan de manera óptima para lograr los objetivos de

producción, minimizando tiempos muertos y pérdidas asociadas a fallas o mantenimientos inadecuados.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

La investigación fue propositiva, según Abásolo (2023), se caracteriza por desarrollar soluciones, estrategias o propuestas concretas para mejorar o resolver un problema específico; además genera recomendaciones o acciones que optimicen una situación dada, basándose en un análisis riguroso de los datos disponibles. En relación al estudio, se llevó a cabo con el fin de optimizar el plan de mantenimiento de los tractores de la empresa, aplicando la metodología TPM; además, buscó proponer mejoras directas en la disponibilidad de los equipos que incremente la eficiencia operativa, mejore la productividad y minimice los tiempos de inactividad, aportando soluciones prácticas para los problemas de mantenimiento.

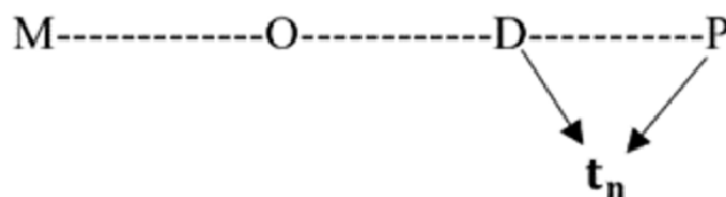
Se empleó el enfoque cuantitativo, Arinas y Covinos (2019), detallan que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para identificar patrones, probar hipótesis y establecer relaciones causales. En función al estudio, se centró en la recopilación de datos numéricos relacionados con la disponibilidad de los tractores y el rendimiento del plan de mantenimiento. Se emplearon herramientas estadísticas para evaluar el impacto de la metodología TPM sobre la eficiencia de los tractores, permitiendo medir con precisión los resultados de las mejoras implementadas y realizar comparaciones objetivas.

Se desarrolló una investigación descriptiva, para Quezada (2021), se enfoca en detallar y especificar las características de un fenómeno o situación, sin explicar las causas. Su objetivo es observar y describir con precisión aspectos importantes del objeto de estudio. En tal sentido, se describió

detalladamente las condiciones actuales del plan de mantenimiento de los tractores y su impacto en la disponibilidad de los mismos en la empresa Agrícola San Juan S.A. Esta descripción permitió identificar áreas clave para aplicar mejoras mediante la metodología TPM.

Se empleó un diseño no experimental, para Toursinov, (2023), es aquel en el que no se manipulan deliberadamente las variables independientes, sino que se observan los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, para analizar relaciones o describir situaciones. En efecto, mediante este diseño ya que no se intervino directamente en los procesos operativos de la empresa Agrícola San Juan S.A. Se observó el estado actual del plan de mantenimiento y la disponibilidad de los tractores, aplicando la metodología TPM para proponer mejoras sin alterar los procesos mientras se realiza la investigación.

En tal sentido se desarrolló un estudio de tipo propositivo, mediante un enfoque cuantitativo, con un nivel descriptivo asumiendo el diseño no experimental como se presentó en el siguiente esquema:



Donde:

M: Muestra del estudio de los tractores de la Empresa Agrícola San Juan S.A

O: Información de la población de la Empresa Agrícola San Juan S.A

D: Diagnóstico de los tractores

tn: Fundamentación la metodología TPM

P: Propuesta del plan de mejora mantenimiento

3.2 Población y muestra

Según Rebollo y Ábalos (2022), la población es el conjunto total de elementos o individuos que comparten una o más características y que son objeto de estudio en una investigación. En tal sentido, La población de este estudio estuvo constituida por 15 tractores de la marca Landini Rex 80 GE y los 50 trabajadores de la empresa Agrícola San Juan S.A.

La muestra no probabilística censal, para Pereyra (2020), es aquella en la que se seleccionan todos los elementos de la población para ser estudiados, sin recurrir a técnicas de muestreo aleatorio, debido a que la población es manejable en tamaño. La muestra estuvo constituida por la totalidad de la población, es decir, los 15 tractores de la marca Landini Rex 80 GE y los 50 trabajadores de la empresa Agrícola San Juan S.A.

Para la presente investigación, se establecieron cinco criterios de inclusión que permitieron seleccionar los elementos pertinentes del estudio: se consideraron aquellos tractores que pertenecieron a la marca Landini Rex 80 GE, que estuvieron en operación dentro de la empresa Agrícola San Juan S.A., así como a los trabajadores que formaron parte activa del personal de la empresa. Además, se incluyeron únicamente a los trabajadores que tuvieron relación directa con las labores de operación, mantenimiento o gestión de los tractores y a quienes estuvieron disponibles para responder encuestas y participar en las actividades de recolección de datos durante el periodo de estudio. Estos criterios garantizaron que la muestra fuera representativa y relevante para los objetivos planteados.

En cuanto a los criterios de exclusión, se definieron cinco aspectos opuestos a los anteriores para delimitar la muestra: se excluyeron los tractores

que no pertenecieron a la marca Landini Rex 80 GE y aquellos que no estuvieron en operación o permanecieron fuera de servicio permanente. Asimismo, no se consideraron a los trabajadores que no pertenecieron a la empresa Agrícola San Juan S.A., ni a quienes no tuvieron relación directa con la operación, mantenimiento o gestión de los tractores. Finalmente, se excluyó a las personas que no estuvieron disponibles o no desearon participar en las encuestas o actividades de recolección de datos. De este modo, se evitó la inclusión de elementos que no aportaran información relevante para los fines del estudio.

3.3 Formulación de la hipótesis

Mediante un plan de mantenimiento se mejora la disponibilidad de los tractores aplicando la metodología TPM en la empresa Agrícola San Juan SA.

3.4 Variables - Operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Variable independiente: Plan de mantenimiento aplicando la metodología TPM	El Plan de mantenimiento basado en la metodología TPM (Total Productive Maintenance) busca maximizar la eficiencia y efectividad de los equipos y procesos dentro de una organización, asegurando la disponibilidad continua de los equipos al minimizar fallas y tiempos de inactividad. Esta metodología también promueve una cultura de mejora continua y fomenta la responsabilidad compartida entre todos los empleados para optimizar el uso de los recursos y mejorar la productividad global de la organización (Ordoñez,2014).	La evaluación del Plan de Mantenimiento se realizará mediante la implementación de prácticas de mantenimiento preventivo y correctivo. Se realizará un diagnóstico de los equipos y procesos para identificar las condiciones actuales de operación. Luego, se planificarán las actividades de mantenimiento, incluyendo la asignación de recursos, cronograma de mantenimiento y protocolos de seguridad. Además, se llevará a cabo un análisis de criticidad para priorizar las reparaciones y actividades en función del impacto que una falla tendría en la producción. Los KPI (Indicadores Clave de Desempeño) se utilizarán para medir la efectividad y eficiencia del mantenimiento realizado, asegurando que los equipos se mantengan operativos con el menor tiempo de inactividad posible.	D1: Diagnostico D2: Planificación de actividades D3: Análisis de criticidad	Tiempo total de reparación Tiempo técnico de preparación de trabajo. Tiempo técnico de aprovisionamiento de materiales Cálculo de criticidad	Recopilación de documentación	Ficha de recopilación de documentación

<p>Variables dependientes: Disponibilidad de los tractores</p>	<p>La disponibilidad de los tractores hace referencia a la capacidad de estos equipos para estar operativos en todo momento, listos para desarrollar una función específica sin interrupciones o fallas. Esta variable es crucial para garantizar la eficiencia operativa en las actividades de producción, ya que refleja el tiempo que el tractor está disponible para el trabajo sin averías. La disponibilidad depende directamente de la gestión adecuada del mantenimiento y la reducción de tiempos de inactividad provocados por fallas (AEC,2023).</p>	<p>La evaluación de la disponibilidad de los tractores se llevará a cabo midiendo los tiempos de inactividad y el tiempo que los tractores están fuera de servicio debido a fallas. Se calcularán los indicadores MTTR (Tiempo Medio de Reparación) y MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas) para evaluar la efectividad del mantenimiento preventivo y correctivo.</p>	<p>D1: Eficiencia</p>	<p>Tiempo medio entre fallas (MTTR)</p> <hr/> <p>Tiempo medio para Reparar (MTBF)</p>	<p>Análisis de documentación recopilada</p>	<p>Ficha de análisis de documentos</p>
			<p>D2: Eficacia</p>	<p>Disponibilidad</p>		

3.5 Métodos y técnicas de investigación

En cuanto a las técnicas se empleará la encuesta, para Barbosa et al. (2020), es una técnica de recolección de datos que consiste en aplicar un cuestionario o una serie de preguntas estandarizadas a un grupo de personas, con el fin de obtener información sobre sus opiniones, actitudes o comportamientos. Además, se utilizará la observación, según Torrico (2020), es una técnica de recolección de datos que implica el registro sistemático de comportamientos, acciones o fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, sin intervención directa del investigador.

Se empleará un cuestionario, según Quincho et al. (2022), es un instrumento de recolección de datos compuesto por una serie de preguntas estructuradas que los participantes responden por escrito o de forma electrónica, con el fin de obtener información específica de manera estandarizada. Para Medina et al. (2023), la guía de observación es un instrumento que estructura los aspectos o variables que el investigador observará y registrará de manera sistemática en el entorno natural del fenómeno de estudio. En efecto, Se aplicará un cuestionario a los 50 trabajadores para recopilar información sobre sus percepciones y experiencias con el plan de mantenimiento actual. Además, se utilizará una guía de observación para registrar el estado y funcionamiento de los 15 tractores, permitiendo evaluar su disponibilidad antes y después de la implementación de la metodología TPM.

3.6 Descripción de los instrumentos utilizados

El instrumento empleado en el estudio consistió en fichas de observación diseñadas para recolectar datos cuantitativos y cualitativos sobre la disponibilidad y mantenimiento de los tractores Landini Rex 80 GE en Agrícola San Juan S.A. Estas fichas registraron información detallada como fechas, horas de trabajo programado y real, paradas programadas y no programadas, tipos y causas de fallas, tiempos de reparación, y actividades de mantenimiento realizadas, diferenciando mantenimientos preventivos y correctivos. Además, se incluyeron observaciones específicas para cada tractor, permitiendo un diagnóstico integral de su estado operativo. La ficha facilitó la sistematización precisa de variables técnicas y operativas necesarias para analizar la eficiencia del mantenimiento bajo la metodología TPM, apoyando la construcción de un plan optimizado basado en datos reales y evidencias en campo (Ver anexo 1).

3.7 Análisis estadístico e interpretación de datos

El análisis estadístico e interpretación de datos en este estudio se realizó utilizando los programas Microsoft Excel y SPSS versión 25, donde se aplicaron pruebas estadísticas específicas para garantizar la rigurosidad de los resultados. Inicialmente, se emplearon estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, mínimo, máximo y frecuencia) para caracterizar la disponibilidad, MTBF y MTTR de los tractores antes y después de la implementación del plan de mantenimiento TPM. Posteriormente, se utilizó la prueba t para muestras relacionadas (pareadas) en SPSS, con el objetivo de comparar si existieron diferencias significativas en los indicadores de mantenimiento antes y después de la intervención, validando así la hipótesis de mejora.

Además, se aplicó un análisis de regresión lineal múltiple para determinar el grado de relación entre la disponibilidad (variable dependiente) y los indicadores MTBF y MTTR (variables independientes), evaluando la capacidad predictiva del modelo y la influencia de cada variable sobre la disponibilidad. Finalmente, se recurrió al análisis de varianza (ANOVA) para verificar la significancia global de los modelos de regresión y asegurar la validez estadística de los resultados obtenidos, permitiendo así una interpretación integral y objetiva del impacto del plan de mantenimiento propuesto.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Diagnóstico de la disponibilidad actual de los tractores de la empresa Agrícola San Juan SA

La empresa San Juan, actualmente cuenta con 15 tractores, empleados en la actividad agrícola a la que se dedica esta empresa. En la siguiente tabla presentamos la disponibilidad operativa de dichos Tractores:

Tabla 1: Disponibilidad Operativa de Tractores de la empresa Agrícola San Juan S.A

Tractor	Marca	Modelo	Año	Horas programadas de trabajo	Horas reales trabajadas	Horas de parada no programada (minutos)	Horas de parada no programada	Disponibilidad Operativa (%)
Tractor 1	Landini	Rex 80 GE	2020	8	6	30 min	1	75%
Tractor 2	Landini	Rex 80 GE	2021	8	6	40 min	2	75%
Tractor 3	Landini	Rex 80 GE	2018	8	6	30 min	1	75%
Tractor 4	Landini	Rex 80 GE	2020	8	7	40 min	1	87,5%
Tractor 5	Landini	Rex 80 GE	2020	8	7	30 min	3	87,5%
Tractor 6	Landini	Rex 80 GE	2021	8	7	40 min	4	87,5%
Tractor 7	Landini	Rex 80 GE	2023	8	6	30 min	3	75%
Tractor 8	Landini	Rex 80 GE	2018	8	6	40 min	1	75% ^o
Tractor 9	Landini	Rex 80 GE	2022	8	7	30 min	1	87,5
Tractor 10	Landini	Rex 80 GE	2019	8	7	40 min	1	87,5%
Tractor 11	Landini		2020	8	7	30 min	4	87,5%
Tractor 12	Landini	Rex 80 GE	2020	8	7	40 min	2	87,5%
Tractor 13	Landini	Rex 80 GE	2022	8	7	30 min	1	87,5%
Tractor 14	Landini	Rex 80 GE	2020	8	6	40 min	3	75%
Tractor 15	Landini	Rex 80 GE	2021	8	7	40 min	1	87,5%

Nota. Resultados registrados de la ficha de observación aplicada a la empresa Agrícola San Juan S.A

El análisis evidenció que la disponibilidad operativa de los tractores Landini Rex 80 GE osciló entre 75% y 87,5%, determinada por la relación entre horas reales trabajadas y las programadas. Se registraron paradas no programadas de entre 30 y 40 minutos, asociadas principalmente a fallas mecánicas y mantenimientos correctivos. Los equipos con menor disponibilidad presentaron mayor número

de horas de parada, lo que indicó incidencias repetitivas y deficiencias en la gestión preventiva. La variabilidad de resultados reflejó diferencias en el estado mecánico, antigüedad y condiciones de operación. Este diagnóstico permitió identificar unidades con desempeño óptimo y aquellas que requirieron intervenciones prioritarias para minimizar tiempos muertos y optimizar la eficiencia operativa global.

Tabla 2: Fallas Registradas y Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) en Tractores de la empresa Agrícola San Juan S.A

Tractor	Tiempo total de operación (por horas)	Número de fallas registradas	Falla	MTBF
Tractor 1	8	1	Juego en la bocamaza de cubos posteriores	7
Tractor 2	8	1	Cambio de mangueras de aceite, de refrigeración	7
Tractor 3	8	1	Cambio de acople hidráulico y mangueras hidráulicas	7
Tractor 4	8	1	Cambio de acople hidráulico y mangueras hidráulicas	7
Tractor 5	8	2	Focos quemados, fusiles volados	4
Tractor 6	8	1	Cambio de mangueras de aceite, de refrigeración	7
Tractor 7	8	1	Cambio de mangueras de aceite, de refrigeración	7
Tractor 8	8	1	Cambio de sincronizadores	7
Tractor 9	8	1	Cambio de mangueras de aceite, de refrigeración	7
Tractor 10	8	1	Cambio de acople hidráulico y mangueras hidráulicas	7
Tractor 11	8	2	Focos quemados, fusiles volados	4
Tractor 12	8	1	Cambio de mangueras de aceite, de refrigeración	7
Tractor 13	8	1	Cambio de mangueras de aceite, de refrigeración	7
Tractor 14	8	1	Cambio de acople hidráulico y mangueras hidráulicas	7
Tractor 15	8	1	Cambio de sincronizadores	7

Nota. Resultados registrados de la ficha de observación aplicada a la empresa Agrícola San Juan S.A

El diagnóstico evidenció que las fallas más recurrentes correspondieron al cambio de mangueras de aceite y de refrigeración, así como a problemas en acoples hidráulicos y componentes eléctricos, generando variaciones en el

MTBF entre 4 y 7 horas. Se identificó que tractores con MTBF bajos, como los que registraron 4 y 5 horas, presentaron mayor frecuencia de incidentes y requerimientos correctivos inmediatos. Las averías eléctricas y de transmisión afectaron la continuidad operativa, evidenciando deficiencias en el mantenimiento preventivo. La presencia de fallas repetitivas en determinados sistemas indicó la necesidad de intervenciones técnicas especializadas y un refuerzo en el plan de inspecciones para incrementar la confiabilidad mecánica de la flota.

Tabla 3: Horas de Mantenimiento y Tiempo Medio para Reparar (MTTR) en Tractores de la empresa Agrícola San Juan S.A

Tractor	Horas de Mtto Preventivo x 30 días	Tiempo total en reparación X 30 días	Número de reparaciones x 30 días	MTTR
Tractor 1	200	60	3	20
Tractor 2	200	120	6	20
Tractor 3	200	60	3	20
Tractor 4	100	60	2	30
Tractor 5	250	150	7	21
Tractor 6	100	60	3	20
Tractor 7	250	60	2	30
Tractor 8	100	60	3	20
Tractor 9	250	60	2	30
Tractor 10	200	60	2	30
Tractor 11	200	120	6	20
Tractor 12	200	60	2	30
Tractor 13	200	60	3	20
Tractor 14	200	90	7	13
Tractor 15	200	60	3	20
PROMEDIO				

Nota. Resultados registrados de la ficha de observación aplicada a la empresa Agrícola San Juan S.A

El análisis mostró que las horas de mantenimiento preventivo en 30 días variaron entre 100 y 250 horas, mientras que el tiempo total en reparación osciló entre 60 y 150 horas. El MTTR presentó valores entre 13 y 30 horas, evidenciando que ciertas unidades, como el Tractor 14, requirieron más tiempo por intervención debido a reparaciones complejas. Los tractores con mayor número de reparaciones registraron mayores tiempos improductivos, lo que impactó directamente en su disponibilidad. Se identificó que una adecuada

programación de mantenimiento preventivo redujo el MTTR y mejoró la continuidad operativa, destacándose la importancia de reforzar rutinas periódicas para disminuir la frecuencia y duración de las intervenciones correctivas.

Tabla 4: Tipos de Fallas y Actividades de Mantenimiento Realizadas en Tractores de la empresa Agrícola San Juan S.A

Tractor	Tipo de Falla	Tipo de Mantenimiento	Actividad Realizada
Tractor 1	Juego en la bocamaza de cubos posteriores	Correctivo	cambio de retenes de bocamaza y rellenar y torneear
Tractor 2	Fuga de aceite y refrigerante	Correctivo	cambio de manguera de aceite y refrigeración con abrazaderas
Tractor 3	Fuga de aceite hidráulico	Correctivo	Cambio de acople hidráulico y mangueras
Tractor 4	Fuga de aceite hidráulico	Correctivo	Cambio de acople hidráulico y mangueras
Tractor 5	Focos quemados, fusibles volados	Correctivo	cambio de focos y fusibles
Tractor 6	Resumen de aceite por cubo posterior derecho	Correctivo	cambio de reten de cubo
Tractor 7	Filtros de aire primario y secundario demasiado sucios	Preventivo	cambio de aire primario – secundario
Tractor 8	Problemas para ingresar lo cambios	Correctivo	Cambio de sincronizadores
Tractor 9	Juego axial en terminales de dirección.	Correctivo	cambio de terminales de dirección
Tractor 10	Resumen de aceite por tapa de distribución	Correctivo	cambio de reten de cigüeñal delantero
Tractor 11	Focos quemados, fusibles volados	Correctivo	Cambio de focos y fusibles
Tractor 12	Fuga de refrigerante	Preventivo	Cambio de manguera de salida y rellenar refrigerante
Tractor 13	Manguera de lubricación rotas	Correctivo	Cambio de mangueras y rellenar aceite
Tractor 14	Perdido de potencia y motor reducido	Preventivo	Cambio de aire primario – secundario
Tractor 15	Problemas para ingresar lo cambios	Correctivo	Cambio de sincronizadores

Nota. Resultados registrados de la ficha de observación aplicada a la empresa Agrícola San Juan S.A

El análisis mostró que las fallas más recurrentes incluyeron daños en mangueras de aceite y de refrigeración, desgaste de acoples hidráulicos, problemas eléctricos y defectos en sincronizadores. El mantenimiento preventivo predominó como estrategia principal, con actividades como cambio de aceite, filtros y limpieza de sistemas de admisión, mientras que el correctivo

se aplicó en casos de fallas críticas, como reemplazo de sincronizadores y componentes hidráulicos. La alta frecuencia de incidencias en sistemas hidráulicos y de lubricación indicó deficiencias en inspecciones periódicas y condiciones operativas exigentes.

Tabla 5: Costo de Mantenimiento respecto al Valor de Reposición (CMRP) de Tractores de la empresa Agrícola San Juan S.A

Tractor	Valor de Compra	Costo Mantenimiento Acumulado	CMRP (%)
Tractor 1	S/ 135,000	S/ 12,000	8,89%
Tractor 2	S/ 136,000	S/ 15,000	11,03%
Tractor 3	S/ 134,500	S/ 11,000	8,18%
Tractor 4	S/ 135,000	S/ 10,000	7,41%
Tractor 5	S/ 136,500	S/ 18,000	13,19%
Tractor 6	S/ 135,000	S/ 20,000	14,81%
Tractor 7	S/ 137,000	S/ 17,500	12,77%
Tractor 8	S/ 134,500	S/ 12,500	9,29%
Tractor 9	S/ 135,000	S/ 11,500	8,52%
Tractor 10	S/ 136,000	S/ 10,500	7,72%
Tractor 11	S/ 135,000	S/ 19,000	14,07%
Tractor 12	S/ 136,500	S/ 15,000	10,99%
Tractor 13	S/ 134,500	S/ 10,000	7,43%
Tractor 14	S/ 135,000	S/ 18,500	13,70%
Tractor 15	S/ 136,000	S/ 13,000	9,56%

Nota. Resultados registrados de la ficha de observación aplicada a la empresa Agrícola San Juan S.A

El análisis del CMRP evidenció que el costo de mantenimiento acumulado representó entre 7.41% y 14.81% del valor de reposición de los tractores, reflejando variaciones asociadas a la frecuencia y complejidad de las intervenciones realizadas. Los tractores con porcentajes superiores al 13%, como los identificados en las posiciones 5, 6, 11 y 14, presentaron un historial de reparaciones significativas que incrementaron los costos operativos. En contraste, las unidades con valores inferiores al 9% mostraron un mejor control del gasto en mantenimiento, posiblemente por una gestión preventiva más eficiente. Estos resultados permitieron establecer prioridades en la asignación de recursos y en la planificación de estrategias para optimizar la relación costo–beneficio en la operación de la flota.

4.2 Contenido de un plan de mantenimiento aplicando la metodología TPM para los tractores de la empresa Agrícola San Juan SA.

A. Frecuencia de Mantenimiento

Antes de presentar el plan de mantenimiento aplicando la metodología TPM, primero definiremos el Intervalo de Mantenimiento:

Tabla 6: Frecuencia de Mantenimiento

Intervalo	Frecuencia típica	Tipo de servicio	Objetivo principal
Diario	Cada jornada o 10 horas	Inspección básica	Evitar fallas operativas
Quincenal	Cada 15 días o 30–40 horas	Revisión rutinaria	Control de niveles y ajustes menores
50 horas	Primer servicio	Asentamiento inicial del motor	—
250 horas	Servicio menor	Sustitución de aceites y filtros principales	—
500 horas	Servicio medio	Revisión completa de transmisión, dirección y frenos	—
1 000 horas	Servicio mayor	Desarme parcial, calibraciones y sustituciones totales	—

Nota: Elaboración propia.

B. Actividades Principales por Intervalo

Mantenimiento Diario

- Revisar nivel de aceite del motor.
- Verificar nivel de refrigerante.
- Verificar nivel de combustible y drenaje de agua del filtro.
- Comprobar presión de neumáticos.
- Inspeccionar posibles fugas de aceite o combustible.
- Verificar funcionamiento de luces e instrumentos.
- Limpiar radiador y rejillas de ventilación.
- Limpiar cabina o puesto de conducción.

Mantenimiento Quincenal

- Revisar y limpiar filtro de aire.
- Verificar tensión y estado de las correas.
- Engrasar puntos de lubricación del chasis y la dirección.
- Comprobar apriete de pernos de ruedas, motor y bastidor.
- Verificar funcionamiento de frenos y embrague.

Mantenimiento a las 50 Horas

- Cambiar aceite del motor y su filtro.
- Cambiar filtro de combustible y limpiar separador de agua.
- Revisar y limpiar filtro de aire.
- Verificar niveles de todos los fluidos.
- Engrasar puntos de lubricación.
- Revisar apriete de pernos y tuercas de ruedas, motor y transmisión.
- Comprobar presión de neumáticos y funcionamiento general..

Mantenimiento a las 250 Horas

- Sustituir aceite del motor y su filtro.
- Cambiar filtro de combustible y limpiar separador de agua.
- Sustituir filtro de aire principal y revisar filtro de seguridad.
- Cambiar aceite de transmisión e hidráulico, incluido filtro hidráulico.
- Engrasar articulaciones, ejes, pedales y mecanismos.
- Verificar concentración del refrigerante y limpiar radiador.
- Revisar embrague, frenos y dirección.
- Verificar sistema eléctrico y estado de batería.

Mantenimiento a las 500 Horas

- Repetir todas las tareas del servicio de 250 h.
- Sustituir aceite del eje delantero (si aplica 4WD).
- Comprobar ajuste de válvulas del motor.
- Verificar presión de inyección y estado de boquillas.
- Revisar alineación de dirección y sistema de frenos.
- Revisar soportes del motor, transmisión y ejes..

Mantenimiento a las 1 000 Horas

- Repetir servicio de 500 h.
- Sustituir todos los fluidos (motor, transmisión, hidráulico, frenos, dirección).
- Sustituir filtros de aire, combustible, aceite y hidráulico.
- Revisar sistema de arranque y carga (batería, alternador, motor de arranque).
- Comprobar estado de retenes, juntas y mangueras.
- Verificar torque de cabeza del motor y calibración de válvulas.
- Prueba general de funcionamiento y diagnóstico completo.

C. Registro De Mantenimiento

Cada servicio debe registrarse con:

- Fecha de ejecución
- Horas del tractor
- Actividades realizadas
- Insumos utilizados (aceite, filtros, grasa, refrigerante, etc.)
- Nombre del técnico o responsable
- Observaciones o anomalías detectadas

E. Lubricantes y consumibles recomendados

Tabla 7: Lubricantes y consumibles recomendados

Componente	Tipo de lubricante	Viscosidad / Especificación
Motor	Aceite diésel API CI-4 / ACEA E7	SAE 15W-40
Transmisión e hidráulico	Aceite multifuncional UTTO	ISO VG 46-68
Eje delantero (4WD)	Aceite de engranajes	SAE 80W-90 GL-5
Refrigerante	Anticongelante / anticorrosivo	50 % mezcla con agua destilada
Engrase general	Grasa multipropósito	NLGI 2, base litio

Nota: Elaboración propia. Manual de Servicio Landini

F. Responsabilidades

Tabla 8: Responsabilidades del Plan de Mantenimiento

Personal	Actividades principales
Operador	Mantenimiento diario y quincenal
Técnico agrícola / mecánico	Servicios de 50, 250 y 500 h
Taller autorizado Landini	Servicios mayores (1 000 h o más)

Nota: Elaboración propia.

4.3 Evaluación económica del Plan de Mantenimiento basado en la metodología TPM.

Para realizar la evaluación económica del Plan de Mantenimiento basado en la metodología TPM, primero veamos el costo de la Mano de Obra:

Tabla 9: Costo de la Mano de Obra

Tipo de mantenimiento	Frecuencia (h)	N° intervenciones/año	Duración (h)	Mano de obra (S/./h)	Costo mano de obra (S/.)
Diario	10	100	0.5	30	1500
Quincenal	40	25	1	30	750
50 horas	50	20	2	30	1200
250 horas	250	4	4	30	480
500 horas	500	2	6	30	360
1 000 horas	1 000	1	8	30	240
Total anual	—	—	—	—	4530

Nota: Elaboración propia

Tabla 10: Costos de Materiales y Repuestos

Mantenimiento	Materiales/Repuestos Principales	Costo estimado (S/.)
Diario	Grasas, paños, agua, limpieza	400
Quincenal	Grasa multipropósito, detergente, filtros aire	480
50 horas	Aceite motor (7,5 L), filtro aceite, filtro combustible	600
250 horas	Aceite motor + aceite hidráulico/transmisión + filtros	1600
500 horas	Filtros, aceites, calibraciones, limpieza inyectores	1200
1000 horas	Sustitución completa de fluidos y filtros, revisión general	2400
	Total anual	6680

Nota: Elaboración propia

Resumiendo, los costos, tenemos:

Tabla 11: Costos Totales del Mantenimiento Preventivo

Concepto	Costo Anual (S/.)
Mano de obra	4530
Materiales y repuestos	6680
Costos indirectos (10%)	1121
Costo total anual estimado	12331

Nota: Elaboración propia

La inversión en poner en práctica este Plan de Mantenimiento basado en la metodología TPM asciende a S/.12 331 al año, por cada uno de los tractores.

Lo que haría que los tractores ya no tendrían paradas imprevistas lo cual hace que ahora que no se cuenta con el Plan de Mantenimiento, un tractor tiene una parada imprevista de 2 horas al día, lo que hace un total de 44 horas que se pierde en paradas imprevistas y considerando que la hora trabajo de un tractor está en S/.200.00. Y además, se considera los gastos que se dejaría de incurrir en el mantenimiento correctivo que ascienden a S/.25000, con lo cual vemos que económicamente es viable:

Tabla 12: Flujo de caja

Descripción	Monto S/.
EGRESOS	-12331
Gastos para operativizar el Plan de Mantenimiento	-12331
INGRESOS	33800
Dinero que se gana por que el Tractor continúa laborando	8800
Reparaciones que se evita por mantenimiento correctivo	25000
BENEFICIO	21469

Nota: Elaboración propia

Con lo que se demuestra que la inversión a realizar es altamente rentable.

4.4 Disponibilidad de los tractores de la empresa Agrícola San Juan después de aplicar el Plan de Mantenimiento basado en la metodología TPM.

Considerando que al realizar el Plan de Mantenimiento basado en la metodología TPM, los tractores no tendrán por qué fallar imprevistamente, con

lo cual su disponibilidad será 1 o 100%, esto como consecuencia que se eliminarán las fallas repetitivas en sistemas hidráulicos y eléctricos gracias a mantenimiento autónomo y mejora enfocada tal, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 13: Disponibilidad de los Tractores considerando el Plan de Mantenimiento con la Metodología TPM

Tractor	Marca	Modelo	Año	Horas programadas de trabajo	Horas reales trabajadas	Horas de parada no programada (minutos)	Horas de parada no programada	Disponibilidad Operativa (%)
Tractor 1	Landini	Rex 80 GE	2020	8	7.8	0	0	97.5%
Tractor 2	Landini	Rex 80 GE	2021	8	7.8	0	0	97.5%
Tractor 3	Landini	Rex 80 GE	2018	8	7.8	0	0	97.5%
Tractor 4	Landini	Rex 80 GE	2020	8	7.8	0	0	97.5%
Tractor 5	Landini	Rex 80 GE	2020	8	7.8	0	0	97.5%
Tractor 6	Landini	Rex 80 GE	2021	8	7.8	0	0	97.5%
Tractor 7	Landini	Rex 80 GE	2023	8	7.8	0	0	97.5%
Tractor 8	Landini	Rex 80 GE	2018	8	7.8	0	0	97.5%
Tractor 9	Landini	Rex 80 GE	2022	8	7.8	0	0	97.5%
Tractor 10	Landini	Rex 80 GE	2019	8	7.8	0	0	97.5%
Tractor 11	Landini	Rex 80 GE	2020	8	7.8	0	0	97.5%
Tractor 12	Landini	Rex 80 GE	2020	8	7.8	0	0	97.5%
Tractor 13	Landini	Rex 80 GE	2022	8	7.8	0	0	97.5%
Tractor 14	Landini	Rex 80 GE	2020	8	7.8	0	0	97.5%
Tractor 15	Landini	Rex 80 GE	2021	8	7.8	0	0	97.5%

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Las conclusiones del presente trabajo de investigación son:

Se realizó un diagnóstico de la disponibilidad midiendo horas de trabajo, paradas no programadas y causas de fallas. Se identificaron principales problemas en hidráulica y sistemas eléctricos, con disponibilidad promedio entre 75% y 87.5%. Estos resultados sirvieron para establecer prioridades en mantenimiento y orientar la mejora continua mediante TPM.

Se desarrolló un plan de mantenimiento basado en la metodología TPM, incluyendo la frecuencia de mantenimiento, las actividades principales por intervalo, el registro de mantenimiento, los lubricantes y consumibles recomendados y las responsabilidades de lo encargados de ejecutar el Plan de Mantenimiento.

Se realizó la evaluación económica la inversión en poner en práctica este Plan de Mantenimiento basado en la metodología TPM asciende a S/.12 331 al año, por cada uno de los tractores, así mismo considerando que un tractor tiene una parada diaria de 02 horas por mantenimiento correctivo, entonces lo que se dejará de gastar son los S/.8800 por las horas que el tractor seguirá laborando y S/. 25000 por mantenimientos correctivos con lo que hace que el Plan de Mantenimiento será viable económicamente.

Se determinó teóricamente que la disponibilidad de los tractores de Agrícola San Juan S.A. mejoró tras aplicar el plan TPM, como consecuencia que se eliminarán las fallas repetitivas en sistemas hidráulicos y eléctricos gracias a mantenimiento autónomo y mejora enfocada tal, alcanzando

aproximadamente un 100% de disponibilidad operativa, favorable para la competitividad agrícola.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda evaluar la posibilidad de instalar un Sistema de Gestión de Mantenimiento en la empresa Agrícola San Juan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abásolo, E. (2023). *Metodología de la investigación científica en derecho. Principios. Criterios. Técnicas*. Editorial Dykinson, S.L. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_cient/ltXwEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Agencia Agraria de Noticias. (2024). *Provid: Perú exportaría 78.7 millones de cajas de uva de mesa en la campaña 2024/2025*. Agencia Agraria de Noticias. Obtenido de <https://agraria.pe/noticias/provid-peru-exportaria-78-7-millones-de-cajas-de-uva-de-mesa-36825>
- Amado, G. (2024). *Propuesta de mejora de la disponibilidad de tractores en una empresa del sector pecuario aplicando pilares del TPM*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/671469/Amado_DG.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- Amado, G., & Cuenca, O. (2023). *Propuesta de mejora de la disponibilidad de tractores en una empresa del sector pecuario aplicando pilares del TPM*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671469>
- Arcos, J. (2023). ¿Cómo es la gestión de mantenimiento de una empresa metalmecánica? *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*, 6(12), 51-63. doi:<https://doi.org/10.46296/ig.v6i12.0103>
- Arias González, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2019). *Diseño y metodología de la investigación* (ENFOQUES CONSULTING EIRL ed.). (E. C. EIRL, Ed.) México: ENFOQUES CONSULTING EIRL. Recuperado el 24 de abril de 2024, de https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Ayala, G., & Palacios, F. (2024). Herramientas de Gestión para la Optimización del Minado Subterráneo. *Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, 20(3), 11-22. doi:<https://doi.org/10.17268/rev.cyt.2024.03.01>
- Barbosa Moreno, A. M. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Patria Educación. doi:https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_M%C3%A9todos/e5otEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Bravo, W. (2023). *Optimización del Proceso de la Gestión del Mantenimiento Industrial con la Metodología Word Class Manufacturing "WCM" de las líneas de envasado en una empresa de Morteros situada en el cantón Duran*. Universidad Estatal del Milagro. Obtenido de <https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/7036/BRAVO%20SALINAS%20WALTER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Bustamante, I. (2022). Nueva metodología orientada a la mejora de procesos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 3030-3056. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2810
- Campos, S. (2020). *Modelo de Optimización para la Planificación de Actividades Cíclicas de Mantenimiento Preventivo*. Universidad Técnica Federico Santa María. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/server/api/core/bitstreams/12c08466-b894-4576-8472-8a357f6b013e/content>
- Canahua, N. (JUNIO de 2021). IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGÍA TPM-LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA EFICIENCIA GENERAL DE LOS EQUIPOS (OEE) EN LA PRODUCCIÓN DE REPUESTOS EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA. *INDUSTRIA DARA*. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-99932021000100049&script=sci_arttext
- CEPAL. (2022). *Hacia la transformación del modelo de desarrollo en América Latina y el Caribe: producción, inclusión y sostenibilidad*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cfdffbfc-660a-4b8c-86e8-532bcf884af5/content>
- Chávez, F., & Contreras, P. (2023). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de tractores en la Empresa Agroberries Perú S.A.C., Virú 2022*. Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112323>
- Flores, H., & Tocre, C. (2024). *Implementación de las metodologías de RCM y Lean Maintenance para incrementar la disponibilidad de los molinos, en la producción de tara en polvo*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/672289/Flores_CH.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- Garay, A., & Maceda, C. (2020). Aplicación de la metodología tpm para reducir los retrasos en los pedidos en una empresa fabricante de etiquetas. *Business Innova Sciences*, 1(4), 57-79. doi:<https://doi.org/10.58720/bis.v1i4.23>
- García, A. (2019). *PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA (TPM) PARA OPTIMIZAR LA OPERACIÓN DE LOS VOLQUETES FMX 8X4 VOLVO PROYECTO CARACHUGO-2019*. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS, CHICLAYO. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65757>
- Guerra, B. (2019). Indústria 4.0 como ferramenta na engenharia de. *SCIENTIA CUM INDUSTRIA*, 7(1), 1-17. doi:<https://core.ac.uk/download/pdf/236126152.pdf>

- Hernández, C. (2023). METODOLOGÍA Y ARQUITECTURA DE IMPLANTACIÓN TPM 4.0 EN PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS. *DYNA*, 98(1), 351-355. doi:<https://www.revistadyna.com/busqueda/metodologia-y-arquitectura-de-implantacion-tpm-40-en-pequenas-y-medianas-empresas>
- Instituto Tecnológico de la Producción. (2021). *Lambayeque: Construirán Unidad Técnica agroindustrial con inversión superior a los 21 millones de soles*. Gobierno del Perú. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/itp/noticias/495336-lambayeque-construiran-unidad-tecnica-agroindustrial-con-inversion-superior-a-los-21-millones-de-soles>
- Juarez, D., & Ruiz, C. (2022). *Mantenimiento productivo total para aumentar la disponibilidad de equipos agrícolas de una empresa agroindustrial en Piura*. Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/113513>
- LLontop, J. (2023). *Propuesta para mejorar la disponibilidad de una flota de camiones, en una empresa de transporte de carga y mercancías, aplicando la metodología TPM*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/668437>
- Maya, A. (2019). *Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM*. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59101270/Aplicacion_RCM_nacional_201820190501-58581-12b7b4s-libre.pdf?1556730363=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAplicacion_de_RCM_como_estrategia_de_imp.pdf&Expires=1728808150&Signature=UcRyV4ezN9~
- Medina, J. (2024). *Total Productive Maintenance (TPM): qué es e implementación*. Toyota Material Handling. Obtenido de <https://blog.toyota-forklifts.es/tpm-total-productive-maintenance-produccion-vs-mantenimiento>
- Medina, W., Mejia, E., Naupas, H., Novoa, E., Romero, H., & Trujillo, I. (2023). *Metodología de la investigación total Cuantitativa – Cualitativa y redacción de tesis 6a Edición*. Ediciones de la U. doi:https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_total/0djDEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Montalvan, W. (2022). *Plan de mantenimiento preventivo para aumentar disponibilidad de maquinaria en una empresa agrícola en la región Lambayeque*. Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/141213>

- Navarro, J., & Chininin, J. (2019). *Proposición de puesta en marcha de un programa de mantenimiento con metodología TPM para mejorar la operatividad de la maquinaria pesada de la empresa CASA*. Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48941>
- Paja, W., & Paz, M. (2023). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo de componentes menores en un motor diesel de tractores de ruedas basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar el desempeño operacional de una empresa minera, Tacna 2023*. Universidad Continental. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/14068>
- Palomino, D. (2020). *Optimización De La Disponibilidad Mecánica De La Chancadora Metso C-110, Mediante La Aplicación De Un Plan De Mantenimiento Basado En La Metodología Tpm, Para La Compañía Minera Alpayana S.A., Huarochiri - 2020*. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Obtenido de <https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/692>
- Pereyra, J. (2020). *Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de tractor Landini REX DT80GE de la empresa Agrícola San Juan*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8245>
- Pérez, A., & Castro, J. (2022). *Propuesta de mejora para reducir las fallas en el proceso productivo de peletizado de la empresa alimentos balanceados Albaca*. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña -UNPHU. Obtenido de <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/5526>
- Quezada, N. (2021). *Metodología de la investigación*. Marcombo. doi:https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n/AE10EAAAQBAJ?hl=es-419
- Quincho, R., Cárdenas, C., Bada, Espinoza, G., & Yangali, H. (2022). *Metodología de la investigación científica, El sentido crítico, ante todo con uno mismo*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_cient/Z8ihzwEACAAJ?hl=es-419
- Quispe , M. (2019). *GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DE EQUIPOS PARA EL ÁREA DE HELADOS EN LA COMPAÑÍA DE ALIMENTOS LTDA-DELIZIA*. UNIVERSIDAD MAYOR SAN ANDRÉS , LA PAZ. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/32400>
- Raúl, C. (2019). *Mejoramiento del proceso de producción de losas alveolares bajo metodología Lean Six Sigma en la empresa pública cementera*

EPCE. *Revista Digital Novasinerгия*, 2(2), 1-22.
doi:<https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.04.10>

- Rebollo, P. A., & Ábalos, E. M. (2022). *Metodología de la Investigación/Recopilación*. Editorial Autores de Argentina. doi:https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_Recopi/vbWHEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Rodriguez, A., & Santisteban, J. (2021). *Plan de gestión de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de las unidades en la empresa TYMSAC*. Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8325>
- Rojas, L. (2022). *Análisis de las experiencias de metodología TPM para incrementar el OEE en las empresas industriales de producción durante los últimos diez años. Una revisión de la literatura científica*. Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29337>
- Solís, M., & Torres, R. (2021). Contribuciones del TPM en la mejora de la gestión del mantenimiento. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 4(8), 1-22. doi:<https://doi.org/10.46296/ig.v4i8edespdic.0051>
- Tejada, J. (2019). *Propuesta de Modelo de Optimización de la Disponibilidad de Maquinaria y Equipo del Área de Maestranza de la Empresa FAMAI, Utilizando la Metodología del Mantenimiento Productivo Total –TPM*. Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2059>
- Torrico, J. (2020). *Metodología de la investigación científica, Cuantitativa y cualitativa*. epubli. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_cient/8kyLzQEACAAJ?hl=es-419
- Toursinov, A. A. (2023). *Principios de la metodología de la investigación y redacción de tesis en las ciencias sociales*. Editorial Episteme. doi:https://www.google.com.pe/books/edition/Principios_de_la_metodolog%C3%ADa_de_la_inve/A333EAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Vera , J. (2019). *PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGIA DEL TPM PARA LA OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION DE BEBIDAS GASIFICADAS DE LA EMPRESA AJEPER S.A*. Chiclayo: Universidad Cesa Vallejos. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47299>

ANEXOS

ANEXO 01: Checklist Diario de Mantenimiento - TRACTOR LANDINI REX 80 GE

Tractor: Placa: Fecha:

Horas de máquina acumuladas:

Operador:

Item	Verificar	Observaciones / Acción realizada
1	Nivel de aceite del motor	
2	Nivel de aceite de transmisión / caja de cambios / diferencial trasero	
3	Nivel de refrigerante del radiador / circuito de agua	
4	Nivel de combustible y presencia de agua/contaminación en filtro de combustible	
5	Vaciar separador de agua del combustible	
6	Limpiar filtro de aire, rejillas del radiador y ventilaciones	
7	Verificar tensión y estado de correas (alternador, ventilador, etc.)	
8	Revisar presión y estado de neumáticos (cortes, grietas, objetos)	
9	Verificar que ruedas, tuercas, pasadores y puntos de anclaje estén ajustados	
10	Verificar fugas visibles de aceite, combustible, refrigerante o hidráulico	
11	Verificar nivel de aceite hidráulico y estado de mangueras/conexiones	
12	Engrasar puntos de engrase diarios según manual	
13	Verificar luces, indicadores, freno de estacionamiento y pedales	
14	Limpiar tractor: polvo, residuos en motor, radiador, filtros, implementos	
15	Prueba breve de funcionamiento: arrancar motor, escuchar ruidos, mandos	

Observaciones generales:

.....

.....

Firma del Operador

ANEXO 02: Checklist para el Mantenimiento Quincenal - TRACTOR LANDINI REX 80 GE

1. DATOS GENERALES

Campo	Información
Marca	Landini
Modelo	Rex 80 GE
Potencia	80 HP
Tipo de Mantenimiento	Quincenal
Fecha de Mantenimiento	_____
Horómetro (h)	_____
Responsable	_____
Área / Finca	_____

2. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO QUINCENAL

N° Actividad	Método Observaciones	/ Cumple (✓ / X)	Responsable
1	Revisar y limpiar filtro de aire principal y de seguridad.	Inspección visual y limpieza con aire comprimido.	
2	Verificar tensión y estado de las correas del ventilador y alternador.	Ajustar o reemplazar si hay desgaste.	
3	Engrasar puntos de lubricación del chasis, dirección y articulaciones.	Usar grasa multipropósito NLGI 2.	
4	Comprobar apriete de pernos de ruedas, motor y bastidor.	Verificar con torquímetro.	
5	Verificar nivel del aceite del motor y estado del lubricante.	Rellenar si es necesario.	
6	Revisar nivel del refrigerante en radiador y depósito.	Controlar concentración con densímetro.	
7	Revisar nivel del aceite hidráulico y transmisión.	Comprobar que no existan fugas.	
8	Verificar funcionamiento de frenos y embrague.	Ajustar si hay recorrido excesivo.	

N° Actividad	Método Observaciones	/ Cumple (✓ / X)	Responsable
9	Revisar estado de los neumáticos y presión.	Ajustar a presión recomendada (16–20 psi).	
10	Verificar sistema eléctrico: luces, batería, bocina e instrumentos.	Limpia r bornes, revisar fusibles.	
11	Limpieza general del tractor.	Evitar acumulación de polvo y residuos.	

3. REPUESTOS E INSUMOS UTILIZADOS

N°	Descripción del Repuesto o Insumo	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
1	Grasa multipropósito NLGI 2				
2	Filtro de aire (si aplica cambio)				
3	Detergente o desengrasante				
4	Otros (especificar)				
				Total:	_____

4. OBSERVACIONES

5. APROBACIÓN Y FIRMA

Responsable de mantenimiento Firma Fecha

Supervisor / Jefe de maquinaria Firma Fecha

6. CHECKLIST DE VALIDACIÓN FINAL

Aspecto	Cumple (✓/X) Observaciones
Motor limpio y sin fugas	
Niveles revisados y correctos	
Filtros en buen estado	
Sistema eléctrico operativo	
Frenos y embrague ajustados	
Documentación registrada en bitácora	

ANEXO 03: Checklist para el Mantenimiento de 50 horas - TRACTOR LANDINI REX 80 GE

1. DATOS GENERALES

Campo	Información
Marca	Landini
Modelo	Rex 80 GE
Potencia	80 HP
Tipo de Mantenimiento	50 Horas (Primer Servicio)
Fecha de Mantenimiento	_____
Horómetro (h)	_____
Responsable	_____
Área / Finca	_____

2. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO (50 HORAS)

N° Actividad	Método / Observaciones	Cumple (✓ / ✗)	Responsable
1	Cambiar aceite del motor. Usar aceite según especificación SAE 15W-40 (API CI-4 o superior).		
2	Cambiar filtro de aceite del motor. Reemplazar por filtro original Landini.		
3	Revisar y limpiar filtro de aire principal y de seguridad. Limpiar con aire a baja presión o reemplazar si está saturado.		
4	Revisar nivel del refrigerante del motor. Añadir mezcla 50/50 con refrigerante homologado.		
5	Revisar nivel de aceite de la transmisión y del eje delantero. Ajustar nivel si es necesario.		
6	Revisar y limpiar filtro de combustible. Cambiar si está obstruido.		

N° Actividad	Método / Observaciones	Cumple (✓ / ✗)	Responsable
7	Verificar tensión de la correa del ventilador y alternador.	Ajustar si presenta juego excesivo.	
8	Engrasar todos los puntos de lubricación (chasis, dirección, articulaciones).	Usar grasa multipropósito NLGI 2.	
9	Revisar sistema hidráulico y verificar posibles fugas.	Limpiar y corregir.	
10	Comprobar apriete de pernos del motor, bastidor y ruedas.	Verificar con torquímetro según especificaciones.	
11	Verificar sistema eléctrico: batería, bornes, luces, indicadores.	Limpiar bornes y aplicar vaselina dieléctrica.	
12	Limpieza general del tractor (exterior e interior de cabina).	No usar chorros de alta presión en componentes eléctricos.	

3. REPUESTOS E INSUMOS UTILIZADOS

N°	Descripción del Repuesto o Insumo	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (S/.)	Costo (S/.)	Total
1	Aceite de motor SAE 15W-40 (API CI-4 o superior)		Litros			
2	Filtro de aceite del motor	1	Unidad			
3	Filtro de aire principal	1	Unidad			
4	Filtro de aire de seguridad	1	Unidad			
5	Grasa multipropósito NLGI 2		Cartucho			
6	Refrigerante concentrado 50%		Litros			
				Total:		_____

4. OBSERVACIONES

5. APROBACIÓN Y FIRMA

Responsable de mantenimiento Firma Fecha

Supervisor / Jefe de maquinaria Firma Fecha

6. CHECKLIST DE VALIDACIÓN FINAL

Aspecto	Cumple (√/X)	Observaciones
Aceite y filtros cambiados correctamente		
No existen fugas visibles		
Correas en tensión adecuada		
Niveles revisados (refrigerante, hidráulico, transmisión)		
Sistema eléctrico operativo		
Documentación registrada en bitácora		

ANEXO 04: Checklist para el Mantenimiento de 250 horas - TRACTOR LANDINI REX 80 GE

1. DATOS GENERALES

Campo	Información
Marca	Landini
Modelo	Rex 80 GE
Potencia	80 HP
Tipo de Mantenimiento	250 Horas
Fecha de Mantenimiento	_____
Horómetro (h)	_____
Responsable	_____
Área / Finca	_____

2. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO (250 HORAS)

N° Actividad	Método / Observaciones	Cumple (✓ / X)	Responsable
1 Cambiar aceite del motor.	Usar aceite SAE 15W-40 (API CI-4 o superior).		
2 Cambiar filtro de aceite del motor.	Utilizar filtro original Landini.		
3 Cambiar filtro de combustible.	Vaciar el agua del separador y reemplazar filtro.		
4 Revisar y limpiar filtro de aire principal y de seguridad.	Limpiar con aire comprimido a baja presión o reemplazar.		
5 Cambiar aceite del eje delantero (si tracción 4WD).	Drenar y llenar con aceite SAE 80W-90.		
6 Verificar y ajustar tensión de las correas del alternador y ventilador.	Ajustar según especificación.		
7 Cambiar filtro hidráulico principal.	Sustituir filtro original Landini.		

N° Actividad	Método / Observaciones	Cumple (✓ / X)	Responsable
8	Revisar nivel de aceite hidráulico y transmisión.	Completar si es necesario.	
9	Revisar sistema de refrigeración.	Verificar fugas y estado del radiador.	
10	Limpiar y revisar batería y conexiones eléctricas.	Aplicar grasa dieléctrica o vaselina técnica.	
11	Revisar funcionamiento de frenos y embrague.	Ajustar si hay recorrido excesivo.	
12	Revisar y apretar pernos del bastidor, motor y ruedas.	Verificar con torquímetro.	
13	Engrasar puntos de lubricación del chasis, dirección y articulaciones.	Usar grasa multipropósito NLGI 2.	
14	Comprobar presión y estado de neumáticos.	Ajustar a presión recomendada.	
15	Limpieza general del tractor y comprobación final.	Evitar chorros de agua a alta presión sobre componentes eléctricos.	

3. REPUESTOS E INSUMOS UTILIZADOS

N°	Descripción del Repuesto o Insumo	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (S/.)	Costo (S/.)	Total
1	Aceite de motor SAE 15W-40 (API CI-4 o superior)		Litros			
2	Filtro de aceite del motor	1	Unidad			
3	Filtro de combustible	1	Unidad			
4	Aceite del eje delantero SAE 80W-90		Litros			
5	Filtro hidráulico principal	1	Unidad			
6	Grasa multipropósito NLGI 2		Cartucho			
7	Refrigerante concentrado 50%		Litros			

Total: _____

4. OBSERVACIONES

5. APROBACIÓN Y FIRMA

Responsable de mantenimiento Firma Fecha

Supervisor / Jefe de maquinaria Firma Fecha

6. CHECKLIST DE VALIDACIÓN FINAL

Aspecto	Cumple (✓/X)	Observaciones
Aceite y filtros cambiados correctamente		
Niveles hidráulicos y transmisión revisados		
Correas en tensión adecuada		
Sin fugas en motor o sistema hidráulico		
Sistema eléctrico y batería operativos		
Frenos y embrague ajustados		
Documentación registrada en bitácora		

ANEXO 05: Checklist para el Mantenimiento de 500 horas - TRACTOR LANDINI REX 80 GE

1. DATOS GENERALES

Campo	Información
Marca	Landini
Modelo	Rex 80 GE
Potencia	80 HP
Tipo de Mantenimiento	500 Horas
Fecha de Mantenimiento	_____
Horómetro (h)	_____
Responsable	_____
Área / Finca	_____

2. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO (500 HORAS)

N° Actividad	Método / Observaciones	Cumple (✓ / X)	Responsable
1	Cambiar aceite del motor. Usar aceite SAE 15W-40 (API CI-4 o superior).		
2	Cambiar filtro de aceite del motor. Sustituir por filtro original Landini.		
3	Cambiar filtro de combustible. Sustituir ambos filtros si el sistema es doble.		
4	Cambiar filtro hidráulico principal y de retorno. Reemplazar ambos por originales.		
5	Cambiar aceite del sistema hidráulico y transmisión. Drenar y llenar con aceite UTTO recomendado por Landini.		
6	Revisar y limpiar filtro de aire principal y de seguridad. Limpiar con aire comprimido a baja presión o reemplazar.		
7	Cambiar aceite del eje delantero (si aplica 4WD). Usar aceite SAE 80W-90 GL-5.		

N° Actividad	Método / Observaciones	Cumple (✓ / X)	Responsable
8	Revisar y limpiar sistema de refrigeración.	Drenar, limpiar radiador y rellenar con mezcla 50/50.	
9	Revisar y ajustar válvulas del motor (según manual técnico).	Verificar holguras de admisión y escape.	
10	Revisar tensión y estado de las correas.	Reemplazar si presentan grietas o desgaste.	
11	Engrasar todos los puntos de lubricación.	Usar grasa multipropósito NLGI 2.	
12	Revisar funcionamiento de frenos, embrague y dirección.	Ajustar o reemplazar según necesidad.	
13	Revisar sistema eléctrico completo.	Comprobar batería, alternador, luces e instrumentos.	
14	Verificar pernos y uniones estructurales.	Apretar según par de torque especificado.	
15	Comprobar presión y estado de neumáticos.	Ajustar a presión recomendada.	
16	Limpieza general del tractor.	Evitar agua a presión sobre conexiones eléctricas.	

3. REPUESTOS E INSUMOS UTILIZADOS

N°	Descripción del Repuesto o Insumo	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (S/.)	Costo (S/.)	Total
1	Aceite de motor SAE 15W-40 (API CI-4 o superior)		Litros			
2	Filtro de aceite del motor	1	Unidad			
3	Filtro de combustible (primario y secundario)	2	Unidad			
4	Filtro hidráulico principal	1	Unidad			
5	Filtro hidráulico de retorno	1	Unidad			

Nº	Descripción del Repuesto o Insumo	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (S/.)	Costo (S/.)	Total
6	Aceite hidráulico/transmisión UTTO		Litros			
7	Aceite del eje delantero SAE 80W-90 GL-5		Litros			
8	Grasa multipropósito NLGI 2		Cartucho			
9	Refrigerante 50/50		Litros			
Total:					_____	

4. OBSERVACIONES

5. APROBACIÓN Y FIRMA

Responsable de mantenimiento Firma Fecha

Supervisor / Jefe de maquinaria Firma Fecha

6. CHECKLIST DE VALIDACIÓN FINAL

Aspecto	Cumple (✓/X)	Observaciones
Aceite y filtros cambiados correctamente		
Niveles hidráulicos y transmisión revisados		
Sin fugas en motor, hidráulico o refrigerante		
Válvulas ajustadas según especificación		
Sistema eléctrico operativo		
Frenos, embrague y dirección ajustados		
Documentación registrada en bitácora		

ANEXO 06: Checklist para el Mantenimiento de 1000 horas - TRACTOR LANDINI REX 80 GE

1. DATOS GENERALES

Campo	Información
Marca	Landini
Modelo	Rex 80 GE
Potencia	80 HP
Tipo de Mantenimiento	1000 Horas
Fecha de Mantenimiento	_____
Horómetro (h)	_____
Responsable	_____
Área / Finca	_____

2. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO (1000 HORAS)

N° Actividad	Método / Observaciones	Cumple (✓ / ✗)	Responsable
1	Cambiar aceite del motor. Usar aceite SAE 15W-40 (API CI-4 o superior).		
2	Cambiar filtro de aceite del motor. Usar filtro original Landini.		
3	Cambiar filtros de combustible (primario y secundario). Sustituir ambos filtros.		
4	Cambiar filtro hidráulico principal y de retorno. Sustituir ambos filtros originales.		
5	Cambiar aceite del sistema hidráulico y transmisión. Usar aceite UTTO o Landini recomendado.		
6	Cambiar aceite del eje delantero (si 4WD). Drenar y rellenar con aceite SAE 80W-90 GL-5.		
7	Revisar y ajustar válvulas del motor. Comprobar holguras según manual técnico.		
8	Revisar y limpiar sistema de refrigeración. Drenar, limpiar radiador y rellenar con mezcla 50/50.		

N° Actividad	Método / Observaciones	Cumple (✓ / X)	Responsable
9	Revisar y limpiar filtro de aire principal y de seguridad.	Reemplazar si está saturado o dañado.	
10	Revisar e inspeccionar inyectores del motor.	Probar presión y patrón de pulverización.	
11	Revisar bomba de inyección y fugas.	Verificar presión de alimentación.	
12	Revisar y ajustar el sistema de frenos y embrague.	Cambiar componentes si hay desgaste.	
13	Revisar dirección hidráulica y cilindros.	Comprobar fugas o pérdidas de presión.	
14	Revisar y apretar pernos estructurales, de bastidor y motor.	Verificar con torquímetro.	
15	Revisar sistema eléctrico completo.	Verificar alternador, luces, bocina, tablero e indicadores.	
16	Engrasar todos los puntos de lubricación.	Usar grasa multipropósito NLGI 2.	
17	Revisar presión y estado de neumáticos.	Ajustar a presión recomendada (16–20 psi).	
18	Limpieza general del tractor.	Evitar alta presión sobre componentes eléctricos.	

3. REPUESTOS E INSUMOS UTILIZADOS

N°	Descripción del Repuesto o Insumo	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (S/.)	Costo (S/.)	Total
1	Aceite de motor SAE 15W-40 (API CI-4 o superior)		Litros			
2	Filtro de aceite del motor	1	Unidad			
3	Filtros de combustible (primario y secundario)	2	Unidad			
4	Filtros hidráulicos (principal y retorno)	2	Unidad			

N°	Descripción del Repuesto o Insumo	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (S/.)	Costo (S/.)	Total
5	Aceite hidráulico / transmisión UTTO		Litros			
6	Aceite del eje delantero SAE 80W-90 GL-5		Litros			
7	Grasa multipropósito NLGI 2		Cartucho			
8	Refrigerante 50/50		Litros			
9	Filtro de aire principal	1	Unidad			
10	Filtro de aire de seguridad	1	Unidad			
				Total:	_____	

4. OBSERVACIONES

5. APROBACIÓN Y FIRMA

Responsable de mantenimiento Firma Fecha

Supervisor / Jefe de maquinaria Firma Fecha

6. CHECKLIST DE VALIDACIÓN FINAL

Aspecto	Cumple (✓/X)	Observaciones
Aceite y filtros reemplazados correctamente		
Sin fugas en motor, transmisión o hidráulico		
Válvulas e inyectores revisados		
Sistema eléctrico operativo		
Frenos y dirección ajustados		
Ejes lubricados correctamente		

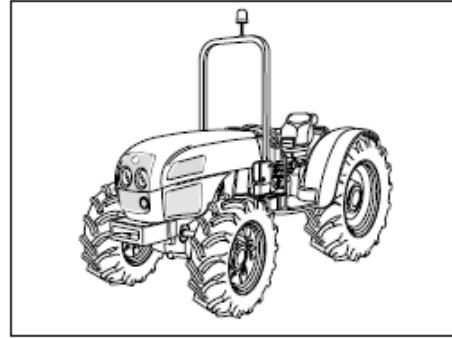
Aspecto

Cumple (✓/X) Observaciones

Documentación registrada en bitácora

ANEXO 07: Manual del TRACTOR LANDINI REX 80 GE

Rex
60-70-80
75-85-95-105 GE-F-GT



Manual de servicio
P/N° 3675946M2

Landini