



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**Optimización del Mantenimiento Preventivo en una Flota de Transporte de Larva
para Mejorar la Eficiencia Operativa**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Industrial

Autores: Gilmar Antonio Tomala Tomala

Tutor: Ing. Mendieta Villalva Nadia Mercedes.MSC

Guayaquil, Ecuador

2026

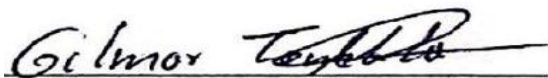
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Gilmar Antonio Tomalá Tomalá con documento de identificación N° 2400023418 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 29 de enero del año 2026

Atentamente,



Gilmar Antonio Tomala Tomala

2400023418

**CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Gilmar Antonio Tomalá Tomalá con documento de identificación No.2400023418, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA FLOTA DE TRANSPORTE DE LARVA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA OPERATIVA”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniería Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 29 de enero del año 2026

Atentamente,



Gilmar Antonio Tomalá Tomalá
2400023418

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACION

Yo, Nadia Mercedes Mendieta Villalba con documento de identificación N° 0905056016, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA FLOTA DE TRANSPORTE DE LARVA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA OPERATIVA”, realizado por Gilmar Antonio Tomalá Tomalá con documento de identificación N° 2400023418, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 29 de enero del año 2026

Atentamente,



Ing. Nadia Mercedes Mendieta Villalba Msc
0905056016

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para no rendirme en los momentos más difíciles de este camino académico.

A mis padres, por su amor incondicional, su sacrificio constante y por creer en mí incluso cuando yo mismo dudé. Gracias por ser mi mayor apoyo y por brindarme la oportunidad de llegar hasta aquí; este logro también es de ustedes.

A mi familia, por su comprensión, paciencia y palabras de aliento a lo largo de mi formación profesional.

De manera especial, dedico esta tesis a mi novia, por su apoyo constante, su paciencia, su comprensión y por acompañarme en cada etapa de este proceso, brindándome ánimo y motivación para seguir adelante.

Finalmente, dedico esta tesis a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a mi crecimiento personal y académico, motivándome a seguir adelante hasta alcanzar este objetivo.

Gilmar Tomala

RESUMEN

El objetivo que persiguió el presente proyecto es poder elaborar un esquema de mantenimiento proactivo para la compañía XYZ, empresa dedicada al transporte de larva con la finalidad de incrementar su eficiencia operativa y lograr la disponibilidad permanente de su flota vehicular. En este sentido, se ejecutó un diagnóstico inicial el cual permitió detectar las deficiencias que presentaban los procesos de mantenimiento existentes, carentes de planificación, de registros en soporte físico y de indicadores técnicos. La línea de investigación fue cuantitativa y cualitativa y utilizó como técnica la percepción inmediata a través de la implementación de cuestionarios dirigidas al personal técnico. Los resultados evidencian un mantenimiento reactivo que incrementa los costes y que disminuye la fiabilidad de las unidades. La propuesta fue el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo cohesivo creado a partir de la programación, ejecución y control documentado de actividades mediante formatos estandarizados y mediante diagramas de flujo para optimizar los recursos, así como para reducir los tiempos improductivos y reforzar la trazabilidad técnica. La implementación del modelo permitió mejorar la disponibilidad, la mantenibilidad y la fiabilidad de la flota y el impacto fue positivo sobre la productividad y sostenibilidad operativa de la empresa.

Palabras clave: mantenimiento preventivo, gestión operativa, flota vehicular, eficiencia, optimización, disponibilidad, confiabilidad.

ABSTRACT

The objective of this project was to design a preventive maintenance model for company XYZ, a business dedicated to larva transportation, with the purpose of increasing its operational efficiency and ensuring the permanent availability of its vehicle fleet. In this regard, an initial diagnosis was carried out, which made it possible to identify the deficiencies present in the existing maintenance processes, mainly the lack of planning, physical records, and technical indicators. The research followed both quantitative and qualitative approaches and employed direct observation as its main technique, complemented by surveys applied to technical personnel. The results reveal a reactive maintenance approach that increases costs and reduces the reliability of the fleet units. The proposal consists of designing an integrated preventive maintenance model formulated through the documented planning, execution, and control of activities, using standardized formats and process flow diagrams to optimize resources, reduce downtime, and strengthen technical traceability. The implementation of the model improved the availability, maintainability, and reliability of the fleet, generating a positive impact on the company's productivity and operational sustainability.

Keywords: *preventive maintenance, operational management, vehicle fleet, efficiency, optimization, availability, reliability.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
DEDICATORIA	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO 1 - PROBLEMA.....	4
1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.2. Formulación del problema	5
1.3. Sistematización del problema	5
1.4. Objetivos de la investigación.....	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Justificación y delimitación de la investigación.....	6
1.5.1. Justificación teórica	6
1.5.2. Justificación metodológica.....	7
1.5.3. Justificación práctica.....	7
1.6. Delimitación.....	8
1.6.1. Delimitación geográfica	8
1.7. Delimitación del contenido	8
1.8. Marco Referencial	9
1.8.1. Fallos	9
1.8.2. Tipos de mantenimientos.....	9
1.8.3. Modelo de Gestión de Mantenimiento	10
1.9. Hipótesis	12
1.10. Variables de hipótesis.....	13

1.11.	Análisis de las variables	13
CAPITULO 2 - MARCO TEÓRICO		15
2.1.	Definiciones de mantenimiento	15
2.2.	Finalidad del mantenimiento	16
2.3.	Tipos de mantenimiento	17
2.3.1.	Mantenimiento preventivo.....	17
2.3.2.	Mantenimiento correctivo.....	19
2.3.3.	Mantenimiento predictivo.....	20
2.4.	Proceso logístico.....	21
2.4.1.	Proceso Logístico Actual	22
2.4.2.	Generación de la orden de trabajo:.....	23
2.4.3.	Organización del proceso:	23
2.4.4.	Análisis y planificación técnica:.....	23
2.4.5.	Toma de decisión sobre el servicio:.....	23
2.4.6.	Ejecución de las órdenes:	24
2.4.7.	Cierre del proceso:.....	24
2.4.8.	Procesos Operativos Actuales.....	24
2.4.9.	Inicio del proceso: jefe de taller	26
2.4.10.	Técnico de mantenimiento	26
2.4.11.	Ayudantes de mantenimiento	26
2.4.12.	Verificación y toma de decisión	26
2.4.13.	Entrega final del servicio.....	27
2.4.14.	Cierre del proceso.....	27
2.5.	Calidad de Servicios	28
2.5.1.	Normas de calidad ISO	28
2.5.2.	Normas ISO 9000	28
2.5.3.	Normas ISO 14000	29
2.5.4.	ISO 55001	29
2.5.5.	ISO 21500.....	30
2.5.6.	Normas ambientales.....	30
2.5.7.	Metodologías de gestión de la calidad	30
2.5.8.	Gestión de la calidad total (TQM).....	30
2.5.9.	Ciclo de Deming (PDCA).....	30

2.5.10.	Lean Manufacturing y Kaizen.....	31
2.5.11.	Just in Time (JIT).....	31
2.5.12.	Metodología Scrum.....	31
2.5.13.	Diagrama de flujo de procesos	31
2.5.14.	Beneficios del diagrama de flujo.....	32
2.5.15.	Desarrollo de la secuencia del proceso	35
2.5.16.	Indicadores de proceso.....	35
2.5.17.	Parámetros de los vehículos	36
CAPITULO 3 - METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		39
3.1.	Diseño de la investigación	39
3.2.	Técnicas en la investigación	40
3.3.	Tipo de estudio	41
3.4.	Delimitación de la muestra.....	42
3.5.	Resultados	44
3.6.	Programa de mantenimiento preventivo propuesto para la flota de transporte de larva	53
3.7.	Análisis de resultados	55
3.7.1.	Ejemplo comparativo posterior a la implementación del mantenimiento preventivo	57
3.7.2.	Escenario previo a la implementación (mantenimiento correctivo)	57
3.7.3.	Escenario posterior a la implementación (mantenimiento preventivo)	58
3.8.	Discusión de resultados.....	60
CAPITULO 4 - PROPUESTA.....		64
4.1.	Objetivo de la Propuesta.....	64
4.1.1.	Objetivo general:	64
4.1.2.	Objetivos específicos:	64
4.2.	Justificación de la Propuesta	65
4.3.	Descripción del Modelo de Mantenimiento Preventivo	65
4.3.1.	Organigrama	68
4.3.2.	Subproceso	69
4.3.3.	Documentación del Modelo de Mantenimiento	70
4.3.4.	Orden de Trabajo de Mantenimiento.....	71
4.3.5.	Hoja para la Planeación del Mantenimiento	74
4.3.6.	Solicitud de Egreso de Repuestos e Insumos.....	76
4.3.7.	Orden de Compra de Repuestos.....	78

4.3.8.	Historial de Mantenimiento.....	81
4.3.9.	Informe de Mantenimiento	83
4.4.	Presupuesto estimado de implementación.....	86
4.5.	Cronograma y actividades por realizar	87
	Conclusiones	88
	Recomendaciones	90
	Referencias.....	91
	ANEXOS	95
8.1.	Anexo 1 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 - Delimitación Geográfica.....	8
Ilustración 2 - Proceso logístico actual.....	25
Ilustración 3 - Diferencias entre Proceso y Procedimiento.....	33
Ilustración 4 - Modelo de Mantenimiento Preventivo	66
Ilustración 5 - Ejecución del Mantenimiento Preventivo.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Propuestas de Gestión de Mantenimiento	10
Tabla 2 - Análisis de las Variables	13
Tabla 3 - Tipo de mantenimiento Predominante.....	45
Tabla 4 - Disponibilidad de Recursos Técnicos	47
Tabla 5 - Necesidad de implementar un Plan Preventivo Estructurado.....	48
Tabla 6 - Principales Problemas Identificados	49
Tabla 7 - Resultados de la Observación del proceso de Mantenimiento Preventivo Actual.....	50
Tabla 8 - Programa de Mantenimiento Preventivo para la Flota de Transporte de Larva	53

INTRODUCCION

El mantenimiento preventivo es uno de los elementos más significativos en la administración técnica y operativa de las compañías de transportes, pues contribuye a asegurar la continuidad del servicio, a conseguir una disminución de gastos y extender la vida útil de los recursos. La empresa de transporte de larva XYZ presenta una situación que incrementa aún más la importancia del mantenimiento preventivo, debido a que la naturaleza del producto transportado requiere tanto que las condiciones mecánicas sean perfectas como que los tiempos de entrega estén estrictamente controlados y que los vehículos se mantengan en circulación permanente. No obstante, la empresa no demuestra un interés significativo en la organización del mantenimiento, en el cual actualidad responde a un esquema predominantemente correctivo, generando una serie de ineficiencias como demoras, costos elevados y una baja eficiencia operativa.

El presente estudio nace de la urgencia de optimizar los procedimientos de mantenimientos preventivo de los vehículos mediante un enfoque organizado que facilite la planificación, realización y supervisión de manera eficaz todas las actividades mecánicas. La propuesta se sustenta en la premisa de que es posible establecer una gestión técnica documentada, en la que se incorporen indicadores de desempeño, procedimientos estandarizados y un adecuado control de la información. Este modelo de gestión permitirá a la empresa XYZ incrementar la disponibilidad operativa de su flota vehicular, mejorar la productividad y reducir los gastos derivados de reparaciones imprevistas.

Este estudio llevado a cabo presenta un enfoque mixto, cuantitativo y cualitativo, se aplicaron técnicas de investigación, incluyendo la observación directa y encuestas estructuradas, dirigidas al equipo técnico y a las personas administrativo de la empresa. Estas metodologías de

investigación fueron efectivas para determinar el estado presente del mantenimiento en la compañía, las zonas de riesgo identificadas, y los factores que impactan su eficacia. Los resultados evidencian la ausencia de una planificación formal, escasa capacitación técnica, registros manuales no sistematizados y la falta de métricas que midan la fiabilidad y disponibilidad de los vehículos.

Con base en el análisis realizado, se elabora una propuesta completa que incluye la organización de un modelo de mantenimiento preventivo adaptado a las circunstancias reales de la empresa. Para ello, se emplean diagramas de flujo y subprocesos, así como también series de formatos administrativos y técnicos (orden de trabajo, hoja de planeación, historial e informe de mantenimiento) que permitan la trazabilidad y evaluación de cada actividad.

El documento estuvo dividido en IV capítulos:

El Capítulo I estableció la formulación del problema y expuso los antecedentes, razones y metas del estudio, enfatizando la relevancia del mantenimiento preventivo como medio para optimizar la eficiencia.

El Capítulo II expone un marco teórico, en el que se tratan las ideas que se consideran esenciales: el mantenimiento y sus diversas clasificaciones, los procesos logísticos y operacionales, así como las directrices internacionales (ISO 55001).

El Capítulo III describió el enfoque de la investigación y las herramientas empleadas, así como el análisis de los resultados derivados del diagnóstico técnico de la empresa.

El Capítulo IV presentó la propuesta de optimización del mantenimiento preventivo, incluyendo el modelo gráfico, los formatos documentales y los indicadores de gestión para su implementación.

La investigación no representa sólo una respuesta posible a un problema técnico-operativo, sino que al mismo tiempo facilita el introducir una cultura de la organización que asombra por su continua mejora, la programación y la efectivo. La implementación del modelo permitió a la empresa XYZ reducir el tiempo de inactividad de los vehículos, incrementar la llegada del transporte y asegurar un servicio de calidad, sostenible y competitivo.

CAPÍTULO 1 - PROBLEMA

1.1.Planteamiento del problema

El mantenimiento preventivo es, para empresas muy ligadas al transporte especializado, como es el transporte de larva para la empresa XYZ, una pieza fundamental para la gestión operativa. En este proceso la disponibilidad y adecuado funcionamiento de la flota vehicular son decisivos para poder asegurar la entrega y el refrigerio adecuado del producto biológico. Sin embargo, en la actualidad muestra un mal funcionamiento del mantenimiento, caracterizado por la planificación nula, una utilización reactiva de recursos, así como la ausencia de indicadores técnicos que permitan prever fallos o programar revisiones de manera estratégica.

Estas deficiencias derivan en desacreditaciones del servicio, aumento de los tiempos desde su última revisión y aumento notable de los costos de explotación (medidos a partir de revisiones imprevistas). La empresa XYZ no tiene implementado un sistema de gestión para registrar de manera sistemática los fallos, repuestos utilizados ni los tiempos medios entre revisiones/intervenciones. Así, se torna imposible poder evaluar el rendimiento de los vehículos que conforman la flota de transporte.

El entorno operativo para el transporte de larva es especialmente difícil de operar, ya que se deben asegurar unas condiciones controladas de temperatura, oxigenación y tiempo de traslado, quedando al descubierto que cualquier fallo o retraso puede provocar pérdidas en la calidad del producto y en las bajas productividad de toda la cadena. Esto resalta de manifiesto la urgencia de establecer un modelo de mantenimiento preventivo estructurado, que permita hacer un mejor uso de los recursos, disminuir los fallos y doblar la eficiencia del proceso.

El problema fundamental se origina al no disponer de un sistema para un mantenimiento preventivo optimizado de la flota de transporte de larva para la empresa XYZ, dado que queda de manifiesto la necesidad de analizar las causas que originan fallos, establecer un plan de mantenimiento que conlleve la propuesta de un control y seguimiento que garantice un funcionamiento fiable y sostenible de las unidades.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo realizar la optimización del mantenimiento preventivo de la flota de transporte de larva de la empresa XYZ para la mejora de la eficiencia operativa?

1.3. Sistematización del problema

¿Cuál es la situación actual de mantenimiento preventivo de la empresa XYZ?

¿Qué tipo de fallas son las más frecuentes en la flota y su efecto en la operación?

¿Qué tipo de mantenimiento preventivo puede establecerse como estrategia con el fin de reducir el tiempo muerto?

1.4.Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Optimizar el mantenimiento preventivo de la flota de transporte de larva de la empresa XYZ, mediante los lineamientos de la norma ISO 55001 para la mejora de su eficiencia operativa.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar la situación actual del mantenimiento preventivo de la flota de la empresa.
- Identificar las causas más relevantes de los problemas y sus impactos en el funcionamiento.
- Crear un modelo de mantenimiento preventivo que se ajuste a las necesidades de la empresa XYZ.

1.5.Justificación y delimitación de la investigación

1.5.1. Justificación teórica

La investigación se fundamenta en teorías de mantenimiento industrial, gestión de activos y disponibilidad operativa, que subrayan la importancia de la prevención mediante un mantenimiento constructivo, frente a la conceptualización de un mantenimiento correctivo. La optimización del mantenimiento preventivo permite lograr una mayor vida útil de los equipos, el mantenimiento de unos costes por fallas más bajos y una mejora de la productividad general. Desde una perspectiva teórica, este trabajo hace su aportación en el conocimiento aplicado sobre el mantenimiento de flotas de transporte de este tipo de procesos biológicos (en este caso larva de insecto) para robustecer los modelos de planificación y control que han partido de la gestión de la disponibilidad, la fiabilidad y la eficacia técnica.

1.5.2. Justificación metodológica

El enfoque metodológico adoptado en la investigación es de carácter analítico y explicativo. Se aplica el estudio en técnicas de recopilación de datos históricos de mantenimiento, en la aplicación de la analítica de criticidad de fallas y en el cálculo de los índices de rendimiento de mantenimiento (MTBF, MTTR), que favorecen el establecimiento de patrones de fallas y la determinación de los intervalos de intervención preventiva de mantenimiento óptimos. La metodología propuesta permitirá la validación de resultados y la posibilidad de definir un modelo replicable para otras flotas de transporte con características similares, que permitan establecer la validez y la fiabilidad en la obtención de los resultados.

1.5.3. Justificación práctica

La utilización de los hallazgos de esta investigación debe generar un efecto inmediato en la efectividad productiva de la compañía XYZ. La implementación de un sistema optimizado de mantenimiento preventivo más eficiente contribuirá a disminuir los gastos por reparaciones inesperadas. Además, será un factor adicional que potenciará la calidad del servicio en el traslado de larvas y la satisfacción del cliente interno.

1.6. Delimitación

1.6.1. Delimitación geográfica

La propuesta de investigación se llevará a cabo en la empresa XYZ situada en la provincia del Guayas, Ecuador, que presenta la flotilla de transporte de larva.

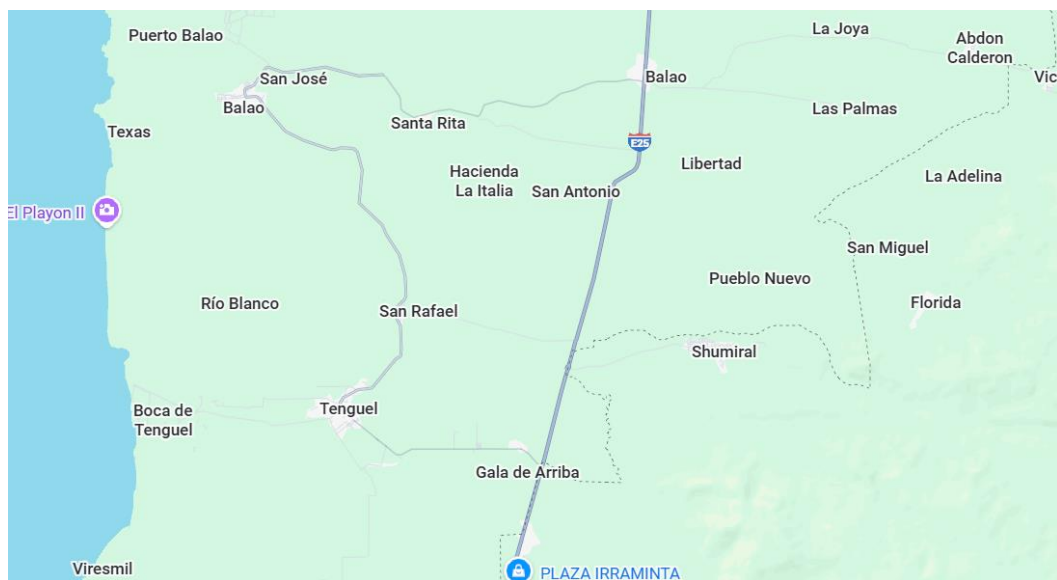


Ilustración 1 - Delimitación Geográfica

1.7. Delimitación del contenido

El trabajo esta de una se centró en el estudio y optimización del mantenimiento preventivo de la flota de vehículos de transporte de larva y no el de otros vehículos, sin incluir otras áreas de producción.

1.8.Marco Referencial

1.8.1. Fallos

Los fallos del parque de vehículos de transporte de larva constituyen uno de los principales elementos que condicionan la continuidad y eficacia en la operativa de la empresa XYZ. Los fallos se clasifican en mecánicos, eléctricos, estructurales, ambientales, etc., considerando que el transporte de larva requiere una serie de condiciones de temperatura, oleosidad y tiempo. La falta de un control preventivo adecuado supone paradas indeseadas, incumplimiento de rutas exigidas e incluso deterioro del mismo producto a transportar. El análisis de fallos permite identificar las fallas raíz, las frecuencias de mantenimiento adecuadas o incluso establecer prioridades de intervención según la criticidad del elemento. La gestión sistemática de los fallos contribuye a disminuir la cantidad de averías, a optimizar recursos y a determinar la fiabilidad de la flota.

1.8.2. Tipos de mantenimientos.

Los tres principales grupos de mantenimiento se dividen en aquellos que se realizan después de que ocurre una falla (correctivo), los que buscan anticipar o evitar su aparición (hard time, uso y predictivo), y aquellos de erradicación (modificativa). Así pues, presentáramos un tipo de mantenimiento que no se puede calificar como tal, el engrase de equipos. Una manera de clasificar los diferentes tipos de mantenimientos es la siguiente:

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.

1.8.3. Modelo de Gestión de Mantenimiento

Para el desarrollo de este modelo se consideraron varias ideas que se fueron aplicando poco a poco, según las necesidades que surgieron durante el trabajo, de manera secuencial y organizadas cronológicamente, son las que aparecen en el periodo en la tabla 1.

Tabla 1 - Propuestas de Gestión de Mantenimiento

Año	Autores	Aportes principales a la gestión de mantenimiento
1990	Pintelon, L. & Van Wassenhove	Propusieron un modelo de planificación de mantenimiento basado en la programación óptima de recursos y tiempos de intervención.
1997	Riis, J., Luxhoj, J. & Thorsteinsson	Introdujeron la integración del mantenimiento con la gestión de la producción, destacando su influencia en la eficiencia global.
1998	Wireman, T.	Desarrolló la filosofía del mantenimiento productivo total (TPM) enfocada en la participación del personal operativo.
2000	Duffuaa, S., Raouf, A. & Dixon Campbell, J.	Establecieron una estructura de control del mantenimiento fundamentada en la toma de decisiones cuantitativas.
2001	Hassanain, M., Froese, T. & Vanier, D.	Propusieron la digitalización del mantenimiento mediante sistemas de información computarizados (CMMS).

2002	Waeyenbergh, G. & Pintelon, L.	Presentaron un modelo conceptual de gestión estratégica del mantenimiento adaptado a distintos sectores industriales.
2004	Cholasuke, C., Bhardwa, R. & Antony, J.	Se revisaron los aspectos más importantes que influyen en la correcta implementación de un sistema de gestión de mantenimiento eficiente.
2005	Abudayyeh, O., Khan, T., Yenias, S. & Randolph, D.	Evaluaron la aplicación de sistemas integrados de mantenimiento en empresas de servicios e infraestructura.
2006	Kelly, A.	Reforzó el enfoque de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), destacando la importancia del análisis de fallos.
2007	Crespo, A.	Propuso un enfoque de mantenimiento basado en indicadores de desempeño y gestión del conocimiento.
2013	Viveros, P.	Aplicó modelos de mantenimiento preventivo en flotas vehiculares, demostrando su impacto en la eficiencia operativa.
2014	De la Paz Martínez, E.	Desarrolló un modelo de mantenimiento integral aplicable a pequeñas y medianas empresas industriales.

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en revisiones de literatura especializada en gestión del mantenimiento.

De acuerdo con la norma técnica europea EN 13306:2011, la gestión del mantenimiento se comprende como el conjunto de acciones directivas que están orientadas hacia la fijación de los objetivos y prioridades del mantenimiento, objetivos que deben quedar definidos y aceptados por la parte responsable. Esto incluye la planificación, control, seguimiento y mejora continua de las actividades de mantenimiento, teniendo en cuenta los métodos, estrategias y procedimientos que puedan permitir lograr esos objetivos. También tiene en cuenta los aspectos organizativos, económicos y de delimitación de responsabilidades que son necesarios para facilitar la operativa del sistema de mantenimiento dentro de la empresa.

En la actualidad las corrientes del mantenimiento global se orientan hacia la reducción del mantenimiento correctivo, priorizando la mejora del mantenimiento, regular y fortaleciendo las tácticas preventivas y predictivas. Todo esto busca no solo minimizar los errores no planeados, sino también aumentar la disponibilidad del equipo, optimizar la eficiencia en las operaciones y asegurar la sostenibilidad del proceso de producción.

1.9. Hipótesis

La mejor aplicación de un modelo de mantenimiento preventivo optimizado para la flota de transporte de larva de la empresa XYZ mejorará notablemente la eficiencia operativa, dando como resultado una disminución de las fallas mecánicas, de los tiempos de inactividad de los equipos y de las reparaciones correctivas no planificadas.

1.10. Variables de hipótesis

- a) Variable independiente: Optimización del mantenimiento preventivo.
- b) Variable dependiente: Eficiencia operativa de la flota de transporte de larva.

1.11. Análisis de las variables

El análisis de las variables se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2 - Análisis de las Variables

Variables	Definición de las variables	Indicadores	Técnicas e instrumentos
Variable independiente	Conjunto de acciones planificadas y sistemáticas destinadas a mantener la flota en condiciones óptimas de funcionamiento, mediante revisiones periódicas, control de fallas y gestión eficiente de recursos técnicos.	Cumplimiento del plan de mantenimiento (%) - Frecuencia de mantenimiento preventivo - Reducción de fallas no programadas - Registro de historial técnico actualizado	Investigación de campo. Tipo aplicada. Diseño observacional y descriptivo. Instrumentos: fichas de control, registros de mantenimiento y entrevistas técnicas.

<p>Variable dependiente</p> <p>Eficiencia operativa de la flota de transporte de larva</p>	<p>Nivel de desempeño técnico y funcional de los vehículos de transporte de larva en relación con la disponibilidad, productividad y cumplimiento de las rutas establecidas.</p>	<p>Disponibilidad operativa (%)</p> <p>- Tiempo medio entre fallas (MTBF)</p> <p>- Tiempo medio de reparación (MTTR)</p> <p>- Costos de mantenimiento por unidad</p>	<p>Observación directa.</p> <p>Revisión documental.</p> <p>Encuestas a personal técnico.</p> <p>Instrumentos: listas de verificación, reportes operativos y registros de flota.</p>
--	--	--	---

Fuente: Elaboración propia (2025).

CAPITULO 2 - MARCO TEÓRICO

2.1. Definiciones de mantenimiento

Reconozcamos a continuación algunas definiciones de mantenimiento y el alcance que tiene en relación con los sistemas productivos y de transporte:

Mantenimiento es el conjunto de acciones de carácter técnico y administrativo que tienen como objetivo asegurar que los activos mantengan la posibilidad de continuar desempeñando las funciones para las que fueron diseñados y fabricados (Silva et al., 2023).

Reduciendo al mínimo, y sin caer en la superficialidad, el mantenimiento consta de todos aquellos trabajos destinados a garantizar el rendimiento de los equipos, instalaciones y sistemas, asegurando su disponibilidad y rendimiento (Sindhu, Vijay & Kumar, 2013).

Desde un enfoque técnico, se define como el conjunto de normas, procedimientos y técnicas referidas a la preservación y mejora de la maquinaria o flotas de transporte, con el objetivo de mantener un alto nivel de confiabilidad y ampliar la vida útil de los activos (Hatagale & Manatkar, 2021). En lo que respecta al transporte de larva, el mantenimiento preventivo tiene una importancia especial, pues depende la continuidad del servicio y la conservación del producto biológico de la disponibilidad mecánica y operativa de la flota. Las estrategias preventivas impiden que se presenten fallas imprevistas, optimizan los recursos técnicos y permiten disminuir los costes asociados a los imprevistos de su correcto funcionamiento, lo que conlleva a una práctica eficiente y sostenible.

2.2.Finalidad del mantenimiento

El mantenimiento busca que los equipos e instalaciones funcionen bien, manteniendo o recuperando su buen estado de acuerdo con lo esperado.

Recientemente, autores como (Mittal et al., 2024) indican que el objetivo contemporáneo del mantenimiento el mantenimiento orientado a flotas de transporte, en particular es aumentar la disponibilidad y confiabilidad operativa mediante estrategias preventivas y predictivas fundamentadas en datos en tiempo real. Dichas prácticas permiten anticipar fallas, reducir paradas y maximizar la efectividad operativa general.

Del mismo modo, trabajos como el de (Zihni et al., 2022) demuestran que la implementación sistemática del mantenimiento preventivo no solo alarga la vida útil del equipamiento, sino que promete además un aumento de la seguridad, una disminución de costes generales y una continuidad operativa en sectores como el transporte de materiales sensibles, biológicos, etc.

2.3. Tipos de mantenimiento

El mantenimiento en el ámbito industrial (incluido el que a flotas de transporte) se puede dividir en tres tipos principales de mantenimientos: el preventivo, el correctivo y el predictivo. Cada uno tiene roles específicos en la gestión total del mantenimiento, lo que ayuda d manera distinta a la eficacia operativa del sistema.

2.3.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en una serie de actividades planificadas que se realizan con el fin de evitar problemas y asegurar que los aparatos operen en su mejor estado. La ejecución del mantenimiento preventivo se basa en la fiabilidad del sistema y en la programación periódica de actividades que consisten en inspecciones, ajustes, limpieza, calibración o el reemplazo de piezas desgastadas.

Para (Silva et al., 2023), la eficacia del mantenimiento preventivo depende del cumplimiento del cronograma y del seguimiento de indicadores de rendimiento tales como la disponibilidad y el tiempo medio entre fallas (MTBF). En este sentido, (Sindhu, Vijay & Kumar, 2013) enfatizan que la implementación correcta del mantenimiento preventivo contribuye a la disminución de los costos de reparación, al incremento de la vida útil de los vehículos y a la mejora de la productividad del sistema de transporte.

En el caso de la flota de transporte de larva de la empresa XYZ, el mantenimiento preventivo permite prevenir paradas inesperadas que comprometen la calidad biológica del producto que se transporta y procura una operación continua y fiable.

Mantenimiento correctivo. El objetivo del mantenimiento correctivo es restaurar el funcionamiento de un equipo o sistema perdiéndose su funcionamiento sin la intervención de un mantenimiento.

El mantenimiento correctivo puede ser planificado o no planificado, todo depende del grado de previsión que se utiliza para llevarlo a cabo.

Correctivo no planificado: es aquel que se ejerce al momento en que se conoce que se ha producido una falla o avería de forma inesperada. Requiere de una acción inmediata por la posible repercusión de seguridad, de calidad del servicio o de cumplimiento normativo (Figueredo, Owa & John, 2020).

Correctivo planificado: se inicia en cuanto se ha detectado la necesidad de realizar operaciones de ajuste o de cambio, disponiendo de los recursos correspondientes, los repuestos junto la información técnica dándoles respuesta. De esta manera se intenta minimizar las detenciones e incurrir en gastos adicionales.

En la medida en la que el mantenimiento correctivo es inevitable en un sistema mecánico, su frecuencia se puede minimizar mediante una adecuada estrategia preventiva o predictiva (Zihni, Bagaskara & Satria, 2022) ...

2.3.2. *Mantenimiento correctivo*

El mantenimiento correctivo tiene el objetivo de hacer un sistema o equipo objeto del mantenimiento vuelva a ser funcional tras haber experimentado una avería, esta actividad puede concebirse en no planificado o planificado dependiendo del grado de previsión con que se realice.

Correctivo no planificado: Mantenimiento correctivo que tiene lugar en el momento que se produce una avería o de forma inesperada con la condición de ejecutar los trabajos de mantenimiento de inmediato; requiere de una respuesta inmediata debido a que puede comprometer, la seguridad, la calidad del servicio o la normativa (Figueredo, Owa & John, 2020).

Correctivo planificado: una vez diagnosticadas las necesidades de reparación o de sustitución se elabora un programa de mantenimiento correctivo, el definir con anterioridad los recursos e incluso los repuestos y la documentación técnica, para así tratar de tener una actividad del mantenimiento correctivo que minimice paradas en la producción y los costes de mantenimiento.

El mantenimiento correctivo es inevitable en un sistema de mantenimiento mecánico, aunque su frecuencia se puede reducir al incorporar una correcta estrategia de mantenimiento preventivo o predictivo (Zihni, Bagaskara & Satria, 2022).

2.3.3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo se basa en el análisis periódico del estado de funcionamiento de los equipos a través de técnicas de diagnóstico y de control de variables físicas que informan acerca de su estado real -temperatura, presión, vibración o niveles sonoros- para prevenir las posibles fallas antes de que estas se materialicen y programarlas solo ante la necesidad de las mismas.

Autoras como (Hatagale & Manatkar, 2021) apuestan por las tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) y el uso de análisis de datos en línea para desplegar modelos predictivos orientados a mejorar la disponibilidad y efectividad de las flotas de transporte. De igual manera, (Mittal et al., 2024) manifiestan que el mantenimiento predictivo no hace otra cosa que anticipar y captar oscilaciones en el rendimiento que comportan los sistemas mecánicos y disminuir el costo de mantenimiento total a través de la anticipación de la actuación.

2.4. Proceso logístico

Los procesos logísticos son los pilares sobre los cuales se cimienta la articulación entre la producción, el almacenaje y el transporte de productos en el interior de una organización. La finalidad de la logística es la de asegurar la disponibilidad de materiales, recursos y servicios en el lugar y en el momento adecuado, optimizando los costes, el tiempo de las operaciones y la calidad de las mismas. En este sentido (Ceniga & Šukalová, 2017) manifiestan que los procesos logísticos determinan la articulación entre la producción y la logística de distribución por medio de la articulación de actividades como el transporte, el uso, el almacenaje o la eliminación final de productos.

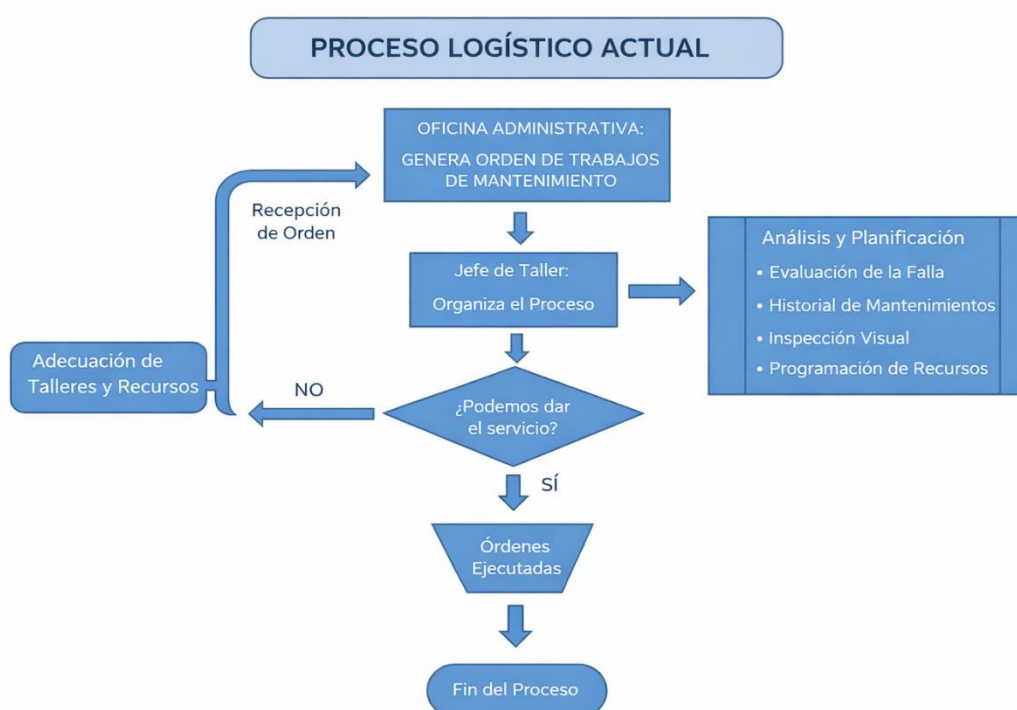
De acuerdo con (Chertykovtsev, 2021), el proceso logístico representa la secuencia de operaciones que, manteniendo la temporalidad, permite alcanzar las metas de la organización a partir de la planificación y el control de los flujos tanto materiales como informativos. En esta misma línea de argumentar, el autor indica que la intensidad de los procesos logísticos influye directamente en la producción y, por ende, en la calidad de los resultados operativos.

La postura de (Kiso & Karičić, 2022) es que, además de la identificación de los puntos críticos en el consumo de recursos y de tiempo, la mejora de la sostenibilidad económica y medioambiental del sistema logístico debe incluir de forma fundamental la correcta localización de los diferentes lugares de instalación, los centros de distribución o las rutas de transporte, ya que de este modo podemos garantizar el flujo de los materiales a la vez que reducimos los costes logísticos.

En acompañamiento a la perspectiva anterior, (Ślaski, 2017) indica que la integración de los procesos logísticos con la cadena de suministro permite llevar a cabo la continuidad del flujo

de mano de la reducción del tiempo de entrega y la mejora de los procesos de control de calidad (lo cual está muy relacionado con empresas que dependen del transporte especializado, como el transporte de larva y en donde la logística tiene incidencia directa en la eficiencia operativa y en el cuidado de las condiciones del producto)..

2.4.1. *Proceso Logístico Actual*



El proceso logístico de mantenimiento en la empresa XYZ se desarrolla siguiendo una serie de pasos administrativos y técnicos que garantizan la correcta actuación de los trabajos requeridos en la flota de transporte de larva. El flujo del proceso se presenta en la Figura 3.

2.4.2. *Generación de la orden de trabajo:*

El proceso comienza en la oficina administrativa, que detecta las necesidades de mantenimiento y genera la correspondiente orden de trabajo. Dicha orden formaliza la solicitud y la autorización para la intervención de los vehículos.

2.4.3. *Organización del proceso:*

Una vez emitida la orden de trabajo, el jefe de taller la recibe y se ocupa de organizar el proceso y de planificar dicho proceso determinando prioridades en el tratamiento de las órdenes de trabajo de acuerdo con la gravedad de la falla, el personal técnico disponible y los recursos materiales.

2.4.4. *Análisis y planificación técnica:*

En esta etapa se produce el diagnóstico de la falla, la revisión del historial de mantenimientos, la inspección visual del vehículo y la programación de los recursos necesarios (herramientas, repuestos, tiempo de ejecución).

2.4.5. *Toma de decisión sobre el servicio:*

- Es la fase en la que se determina si la empresa de mantenimiento puede dar o no el servicio.
- Si no lo concede, se produce la adecuación de talleres y recursos, es decir, se establecen condiciones para poder realizar el trabajo.
- Si se tiene, se persiste en la ejecución de mantenimiento.

2.4.6. Ejecución de las órdenes:

Se produce la actuación técnica del vehículo en función de la planificación efectuada, es, además, la supervisión directa del jefe de taller que debe asegurarse de que se cumplen los estándares de calidad y seguridad.

2.4.7. Cierre del proceso:

Una vez se ha acabado el mantenimiento, se produce la verificación de la ejecución del trabajo, se actualiza la historia del vehículo y se cierra formalmente la orden de trabajo dando por finalizado el proceso logístico de mantenimiento.

2.4.8. Procesos Operativos Actuales

Los procesos operativos de la organización XYZ constituyen las tareas básicas que hacen posible la actividad operativa de la flota de transporte de larva. Estos procesos operativos están directamente relacionados con las operaciones de: planificación, ejecución, vigilancia y control del trabajo de transporte y del trabajo de mantenimiento que permite que el producto biológico alcance su destino físico en las óptimas condiciones de uso a que hayamos decidido.

. En la organización XYZ, el proceso operativo actual está asociado de forma preeminente a la coordinación de los vehículos, a la programación de rutas, así como la vigilancia de las llamadas condiciones técnicas y los mantenimientos básicos a que estuvimos haciendo referencia con anterioridad, para asegurarnos el funcionamiento operativo.

El proceso operativo actual es evidentemente reactivo, y condicionado a la disponibilidad inmediata de los recursos. No existe planificación predictiva basada en indicadores, lo que genera

a veces los retrasos en las entregas y, por tanto, el tiempo muerto, en virtud de paradas no programadas.

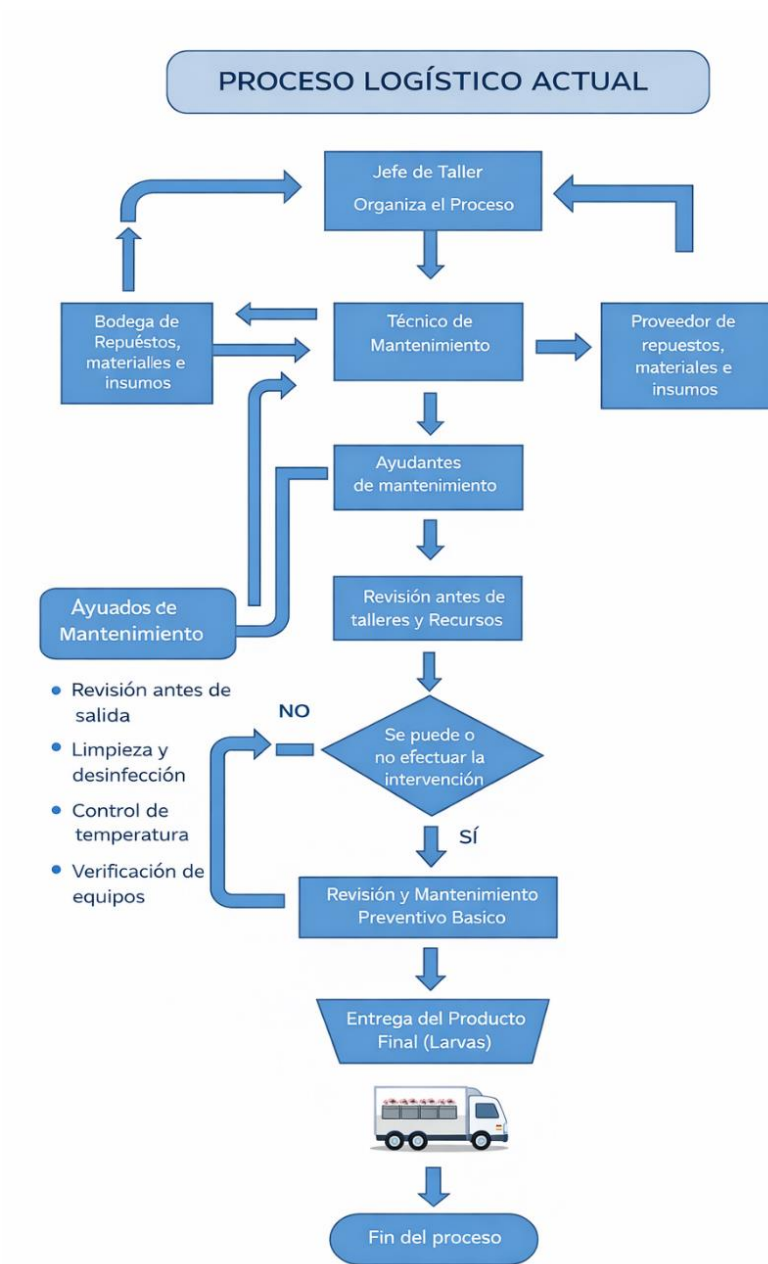


Ilustración 2 - Proceso logístico actual

La situación actual del funcionamiento de la empresa XYZ es la serie de actividades que realizan para garantizar tanto la operativa como cuidado de la flota de los vehículos encargados del traslado de larva. Este proceso involucra la administración de la gestión de la operativa del servicio técnico el cual coordina con la ejecución de la operativa de tareas preventivas mínimas antes del traslado del servicio.

2.4.9. Inicio del proceso: jefe de taller

Este proceso empieza con una organización general de las actividades por parte del jefe de taller, quien recibe las demandas operativas y organiza la distribución de tareas al personal técnico.

2.4.10. Técnico de mantenimiento

El técnico de mantenimiento coordina los requerimientos concretos de cada vehículo y concienta la verificación y gestión de recurso próximos de insumos; está en contacto directo con la bodega y con los proveedores externos.

2.4.11. Ayudantes de mantenimiento

Este personal ejecuta las actividades que le han sido asignadas, apoyando las actividades de verificación, limpieza, y acondicionamiento de las unidades de transporte antes de su salida.

2.4.12. Verificación y toma de decisión

Esta fase del proceso permite establecer si las condiciones operativas permiten o no realizar la intervención; si los recursos, materiales o tiempo no son suficientes para poder realizar la intervención se vuelve atrás en la adecuación de talleres y recursos.

5. Operaciones previas y mantenimiento básico

Si la operación del servicio puede llevarse a cabo, se ejecutan operaciones manuales que son:

Revisión previa a la salida.

Limpieza y desinfección del transporte.

Control de la temperatura.

Revisión del estado de los equipos de transportes.

2.4.13. Entrega final del servicio

Una vez finalizadas las actividades de revisión y mantenimiento básico, se procede a la entrega del servicio (larvas) en condiciones adecuadas de temperatura y bioseguridad.

2.4.14. Cierre del proceso

Este proceso concluye con la verificación de las actividades que han sido ejecutadas y la actualización del historial operativo del vehículo, lo que retroalimenta los registros para la planificación del mismo mantenimiento.

2.5. Calidad de Servicios

La calidad en los servicios ha pasado a convertirse en un eje de gran relevancia en la consecución de la satisfacción por parte del cliente y, a su vez, de la propia supervivencia de las organizaciones. En el escenario del mantenimiento preventivo en flotas del transporte de larva, la calidad se refiere a la eficiencia, a la fiabilidad y a la mejora de los procesos operativos.

2.5.1. Normas de calidad ISO

Las normas ISO (International Organization for Standardization) se puede decir que constituyen marcos internacionales que normalizan los esquemas de administración de calidad, medio ambiente y seguridad, entre otros. El objetivo de la norma ISO es establecer el método a través del cual se busca la consistencia, seguimiento y el perfeccionamiento de los procedimientos de la empresa. (Raju & Ghose, 2016).

2.5.2. Normas ISO 9000

La familia ISO 9000 comprende un grupo de principios, terminología y directrices diseñadas para ayudar en la implementación de un sistema de gestión de calidad orientada a la satisfacción del cliente. Dentro de este conjunto se encuentran normas tales como la ISO 9000, ISO 9001 e ISO 9004; determina la terminología, determina los requisitos de certificación y determina las directrices para la mejora del rendimiento del organismo (Anttila & Jussila, 2021).

- ISO 9000: Define los principios y el vocabulario del sistema de gestión de calidad.
- ISO 9001: Refiere a los requisitos a los que las organizaciones deben ajustarse para certificar.
- ISO 9004: Guiada hacia la mejora continua y la eficacia del organismo.

La versión ISO 9001:2015 enfatiza en la gestión fundamentada de riesgos, el liderazgo, el enfoque al cliente fomentando la innovación y la idea del uso de metodologías de mejora continua (Lee et al., 2022).

2.5.3. Normas ISO 14000

Las normas ISO 14000 suman la gestión de la calidad y la gestión medioambiental, esto es, reducen el impacto de las intervenciones medioambientales y las regulaciones medioambientales adoptando procesos sostenibles (Ahmed et al., 2021).

La norma ISO 14001 fija los requisitos de un sistema de gestión ambiental, y la ISO 14004 y la ISO 14006 también establecen pautas para su aplicación y el diseño ecológico.

2.5.4. ISO 55001

La norma ISO 55001 establece los requisitos para la implantación de un sistema de gestión de activos que persiga maximizar el valor que estos generan durante todo su ciclo de vida. Su forma de trabajar es la planificación de estrategias, la gestión de riesgos, el control operacional y la mejora continua, permitiendo a las organizaciones optimizar el rendimiento, los costes y la fiabilidad de sus activos físicos.

En el ámbito del mantenimiento preventivo de flotas vehiculares, la norma ISO 55001 da lugar a un sistema estructurado para la selección de opciones que se relacionan con su uso, mantenimiento y actualización. De esta manera, se puede ayudar a disminuir fallos, a mejorar la operatividad y así contribuir para optimizar la operatividad y erigir a la sostenibilidad del servicio de transporte de larvas, alineando la gestión técnica con los objetivos organizativos (ISO,2014)

2.5.5. ISO 21500

La norma ISO 21500 establece lineamientos generales para la gestión de proyectos, favoreciendo la eficiencia en la planificación, la ejecución y el control en organizaciones públicas o privadas (Stovpnyk, 2024).

2.5.6. Normas ambientales

Las regulaciones ecológicas determinan restricciones legales y pautas adecuadas para el aprovechamiento responsable (sostenible de los recursos naturales). En el contexto de la administración del mantenimiento, su aplicación tiene por finalidad conseguir el menor número de residuos, emisiones y menor consumo energético de los equipos, de acuerdo con los principios de la familia ISO 14000 (Ahmed et al., 2021).

2.5.7. Metodologías de gestión de la calidad

Las metodologías de calidad ayudan a mejorar los procesos, productos y servicios de las organizaciones mediante la participación y el análisis.

2.5.8. Gestión de la calidad total (TQM)

La Calidad Total (TQM) persigue el compromiso de todos y cada uno de los miembros de la organización para conseguir la satisfacción del cliente, haciéndolas aumentar en funcionalidad de cada uno de los procesos mediante el feedback directo (Ginnyatulina, 2019).

2.5.9. Ciclo de Deming (PDCA)

El ciclo PDCA o ciclo de Deming (Plan-Do-Check-Act) es uno de los métodos más utilizados para la mejora continua. Permite diseñar, ejecutar, verificar y actuar sobre los procesos facilitando su mejora y minimizando errores (Nedra et al., 2019).

2.5.10. Lean Manufacturing y Kaizen

Las metodologías Lean y Kaizen están orientadas a eliminar desperdicios y la búsqueda de pequeñas mejoras continuas que afectan a la productividad y calidad (Palacios Guillem, 2019); (Fonseca & Domingues, 2018)

2.5.11. Just in Time (JIT)

El método Just in Time tiene como objetivo producir solamente lo que se necesite, en el preciso momento y con el mínimo desperdicio produciendo la planificación y el flujo productivo (Djapic et al., 2019).

2.5.12. Metodología Scrum

Y, por último, la metodología Scrum fomenta la colaboración y la flexibilidad en entornos complejos, está orientada a resultados rápidos y medibles, siendo aplicable en procesos industriales y logísticos a trabajar bajo los principios de mejora continua (Lahidji & Tucker, 2016)

2.5.13. Diagrama de flujo de procesos

El diagrama de flujo de procesos es una representación gráfica que permite mostrar las diferentes actividades que componen un proceso, de manera ordenada y estructurada. Las diferentes etapas se definen mediante símbolos estandarizados que identifican la actividad que se realiza, las personas responsables y las etapas que se relacionan entre sí.

En la organización X Y Z, empresa dedicada al transporte de larva, el diagrama de flujo se convierte en una herramienta fundamental para mostrar y entender la relación de los procedimientos logísticos y operativos implicados en el mantenimiento preventivo de la flota. Permite mostrar la interrelación entre las áreas de planificación, taller, transporte y calidad.

Muestra la interrelación entre la información que circula y el desplazamiento físico de recursos y materiales.

El diagrama de flujo también permite la identificación de bucles replicados o métodos que retrasen la conclusión de las tareas asignadas, así como la determinación de la ejecución efectiva del conjunto del mismo. Por otro lado, el diagrama es un primer paso firme a la reingeniería de los procesos y encauzan el foco de la operación hacia una organización más ágil, segura y eficaz.

2.5.14. Beneficios del diagrama de flujo

La aplicación del diagrama de flujo puede dar múltiples ventajas para manejar técnicamente y operativamente el mantenimiento del mantenimiento preventivo:

Visión sistemática del proceso: Permite la visualización completa de la sucesión de actividades y de las interacciones, facilitando la comprensión del sistema operativo.

Identificación de mejoras: Ayuda a reconocer ineficiencias, retrasos y puntos kilométricos, recogiendo información clave para mejorar el mantenimiento preventivo.

Comunicación práctica: Permite comunicar entre las áreas implicadas (administrativa, técnica y operativa) unificando criterios en lo que hace a las responsabilidades y etapas del proceso.

Apoyar la toma de decisiones: Recoger información visual objetiva para priorizar las acciones, recursos y tiempos de mantenimiento.

Control y seguimiento: Servir de argumento para recoger indicadores de gestión (tiempo medio de mantenimiento, frecuencia de fallos y disponibilidad operativa).

Estandarización de procedimientos: Obliga a la documentación y normalización de las actividades mejorando la trazabilidad y la calidad de los servicios.

Facilitar la capacitación; dado un flujo del trabajo graficado puede facilitar la formación de personal técnico y operativo en las tareas del mantenimiento preventivo.

En definitiva, el diagrama de flujo de procesos sirve no sólo para mejorar la forma visual de comprender las operaciones, sino que representa una herramienta estratégica para mejorar el mantenimiento preventivo, dado que puede servir para resolver problemas relacionando la eficiencia, la reducción de fallos y mejorar la calidad del servicio del transporte de larva.












SIMBOLOGÍA PARA DIAGRAMAS DE FLUJO			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Terminal: Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso.		Actividad: Representa la actividad llevada a cabo en el proceso.
	Decisión: Señala un punto en el flujo donde se produce una bifurcación del tipo "Sí" – "No".		Documento: Documento utilizado en el proceso.
	Multidocumento: Refiere un conjunto de documentos. Por ejemplo, un expediente.		Inspección / Firma: Aplica en aquellas acciones que requieren de supervisión.
	Conector de un Proceso: Conexión o enlace con otro proceso o un punto continuo en el diagrama de flujo.		Archivo: Se utiliza para reflejar la acción de archivar o de expediente.
	Base de Datos: Empleado para representar la grabación de datos.		Línea de Flujo: Indica sentido del flujo del proceso.
	Línea de Datos: Empleado para representar la grabación de datos.		Línea de Flujo: Indica el sentido del flujo del proceso.

Ilustración 3 - Diferencias entre Proceso y Procedimiento

Según (Paramore et al., 1986), un proceso es la interacción de una población de actividades conectadas unas con otras, que transforma entradas en salidas que se pueden medir; y un procedimiento es la descripción seca y secuencial de cómo se debe realizar una tarea determinada.

En la gestión del mantenimiento preventivo, la distinción que existe entre procesos y procedimientos es crucial, de forma que, por una parte, los procesos se gestionan para alcanzar los

objetivos operacionales y, por otra parte, los procedimientos son el vehículo a través del cual se asegura que la forma de llevar a cabo las actividades sea homogénea.

Aspecto	Proceso	Procedimiento
Definición	Transformación de entradas en salidas mediante recursos.	Conjunto de pasos detallados para realizar una tarea específica.
Naturaleza	Dinámica, adaptable y orientada a resultados.	Estática, estandarizada y enfocada en el cumplimiento.
Impulso	Dirigido por objetivos y resultados esperados.	Dirigido por la necesidad de ejecutar correctamente una tarea.
Gestión	Se opera, supervisa y mejora continuamente.	Se implementa y verifica su cumplimiento.
Enfoque	Satisfacción del cliente y partes interesadas.	Cumplimiento de normas o estándares.
Participación	Involucra a múltiples áreas con objetivos comunes.	Involucra funciones específicas con objetivos definidos.

Como afirman (Ramalhoto et al., 2004), la gestión de procesos busca el control estadístico y la optimización general del rendimiento, y los procedimientos garantizan la trazabilidad operativa y la seguridad de la ejecución.

2.5.15. Desarrollo de la secuencia del proceso

El desarrollo de la secuencia de un proceso consiste en representar gráficamente, dada la actividad que transcurre desde el inicio y la forma en la que se obtiene el resultado final, el proceso mediante un diagrama de flujo. De acuerdo con (McAlpine, 1985), al representar la secuencia del proceso se tiene toda la información que describe la relación que existe entre las etapas, los puntos de decisión (“bifurcaciones”) y las posibilidades alternativas que pueden existir, con lo cual facilita la preparación del mantenimiento.

Dentro del esquema de mantenimiento preventivo de la flota de transporte de larva, esta representación permite determinar qué actividades deben ser ejecutadas, en qué orden, quiénes las realizan y en qué condiciones de operación con la finalidad de conseguir la eficiencia y la trazabilidad.

2.5.16. Indicadores de proceso

Entendemos como un indicador de proceso, la medida cuantitativa que permite evaluar la eficacia y efectividad del proceso operativo. De acuerdo a que los indicadores permiten controlar el mantenimiento preventivo, determinar la ejecución del mismo, obtener variaciones y optimizar el tiempo, (Molefe & Pradhan, 2022).

Los indicadores utilizados en la gestión de mantenimiento son los siguientes:

- Indicadores de rendimiento: Valoran la eficiencia interna del proceso (tiempos de reparación, frecuencia de mantenimiento, disponibilidad operativa).

- Indicadores de percepción: Evalúan el grado de satisfacción del cliente o usuario final respecto al servicio recibido.

- Indicadores de calidad: Relacionados con la frecuencia de fallas o reincidencias.

Estos parámetros son importantes para la toma de decisiones basadas en datos, permitiendo la gestión proactiva y no reactiva del mantenimiento (Jaffer et al., 2013).

2.5.17. Parámetros de los vehículos

La evaluación técnica de la flota se basa en indicadores de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad conocidos como RAM (Reliability; Availability; Maintainability). Estos indicadores permiten cuantificar el rendimiento del mantenimiento y la optimización de la gestión operativa (Galliková et al., 2018).

a) Fiabilidad (Reliability)

Fiabilidad es entendido como la probabilidad de que un vehículo ejerza su función sin fallar en un lapso determinado, siendo el carácter general de ejecución del vehículo. Se calculan mediante el Tiempo Medio Entre Averías (MTBF): $MTBF = \frac{TF}{NA}$

Donde:

TF = Tiempo que el equipo estuvo funcionando, medido en horas.

NA = Cantidad de fallas presentadas.

Una alta fiabilidad implica menos interrupciones y mayor eficiencia en la operación del transporte (Gluzberg et al., 2020).

b) Mantenibilidad (Maintainability)

Explica la capacidad de un determinado sistema o vehículo para ser puesto de nuevo a funcionar rápidamente después de una determinada avería. Se determina por el Tiempo Medio de Reparación:

$$MTTR = \frac{TA}{NA}$$

Donde:

TF = Tiempo que el equipo estuvo funcionando, medido en horas.

NA = Cantidad de fallas presentadas.

Una buena mantenibilidad significa tener poco tiempo fuera servicio, lo que conlleva mayor disponibilidad funcional (Mihai et al., 2010).

c) Disponibilidad (Availability)

Relaciona la fiabilidad y la mantenibilidad, ya que da el tiempo que un determinado vehículo está operativo:

$$A = \frac{TF}{TF + TDN}$$

Donde:

TF = tiempo en el que el equipo estuvo funcionando.

TDN = tiempo en que no estuvo disponible por fallas, mantenimiento o espera de repuestos.

Una disponibilidad alta implica mayor eficiencia operativa, de forma que esto significa menos tiempo improductivo (Houtermans et al., 2008).

d) Costo integral del mantenimiento

Según (Silaipillayarputhur, 2016), el coste total debe incluir la parte fija, variable, financiera y prevista para averías:

$$C_{total} = C_f + C_v + C_{fi} + C_{fa}$$

El análisis de estos costes permite evaluar el impacto económico de la parte de mantenimiento y justificar inversiones en planes de mantenimiento preventivo o predictivo.

CAPITULO 3 - METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el desarrollo del presente estudio titulado "Optimización del mantenimiento preventivo de la flota de transporte de larvas para la potenciar la eficacia operativa de la empresa XYZ", se llevó a cabo un análisis de la metodología, basado en la observación directa de las actividades operativas, la recopilación de datos técnicos y la evaluación de los métodos de mantenimiento actualmente en práctica..

El trabajo de investigación permite, por lo tanto, establecer carencias en la planificación, ejecución y control del mantenimiento preventivo y formular propuestas encaminadas a mejorar la disponibilidad, fiabilidad y sostenibilidad del transporte de larva.

Bajo la perspectiva de Hernández-Sampieri et al. (2022), el enfoque metodología de la investigación elegida en este proyecto tiene que ser exactamente el que facilite obtener la información de manera clara, exacta y verificable, para poder emitir de esta manera conclusiones que planteen soluciones en términos técnicos y económicos y que favorezcan el procedimiento del mejoramiento continuo de los procesos de la empresa.

3.1.Diseño de la investigación

El planteamiento de la investigación queda encuadrado en el interior de una investigación de campo, pues se desarrolló en el ámbito real de la empresa XYZ. La información ha sido obtenida directamente desde el área operativa y de mantenimiento, mediante observaciones sistemáticas, entrevistas al personal técnico y análisis de documentación interna. La opción metodológica para la obtención del dato, está en coherencia en la aplicación del método científico en la metodología de recolección y tratamiento del dato, pues es posible establecer con ella diferentes relaciones de tipo causa-efecto entre las deficiencias que se observan y el resultado operativo de la flota.

De acuerdo con lo afirmado por Knight (2013), el enfoque de campo es necesario para unir las fases de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM) en sistemas reales, lo que garantiza la obtención de resultados que sean aplicables y comprobables.

3.2. Técnicas en la investigación

La técnica llevada a cabo en la investigación del presente estudio ha sido la observación del trabajo directo, es decir, se procedió a realizar una observación sistemática y exhaustiva de las actividades desarrolladas por los operarios en el proceso de mantenimiento preventivo de la flota de transporte de larva. Esta metodología permitió identificar fallos, tiempos de intervención, disponibilidad de recursos, condiciones operativas y la secuencia de tareas ejecutadas por el personal técnico.

La observación es una herramienta clave dentro del proceso de investigación ya que permite registrar datos reales del entorno operativo sin modificar su comportamiento natural, obteniendo información veraz y contextualizada. Según (Hernández-Sampieri et al., 2022), la observación científica se utiliza para “recoger evidencia empírica de un fenómeno dentro de su espacio natural, para interpretarlo de manera objetiva”.

En el caso del presente estudio, la aplicación de la observación permitió identificar las causas de ineficiencia operativa y contrastar la efectividad de las rutinas de mantenimiento preventivo actuales para así presentar una propuesta técnica de mejora orientada a aumentar la fiabilidad y disponibilidad de los vehículos de transporte.

3.3. Tipo de estudio

Durante el desarrollo de este proyecto y la verificación de la hipótesis, se aplicaron tres tipos de investigación: exploratoria, descriptiva y explicativa.

Nivel exploratorio: Este nivel de investigación exploró el contexto operativo y técnico de la flota de transporte de larva, es decir, el conjunto de aspectos más relevantes que confluyen en la causa de la ineficiencia de los procesos de mantenimiento de la flota.

Nivel descriptivo: En este nivel se procedió a recopilar y a organizar los datos obtenidos a partir de las encuestas y la observación directa con la única intención de describir el estado actual del mantenimiento y la descripción de la práctica de los procedimientos de mantenimiento de la empresa XYZ.

Nivel explicativo: Con el uso de la técnica de análisis estadístico y técnico de los resultados, se determinó la relación que existe entre la optimización del mantenimiento preventivo y la mejora de la eficiencia operacional, justificando de esta manera la hipótesis. De acuerdo a lo indicado por (Jaffer et al. 2013), los estudios explicativos de ingeniería de mantenimiento son fundamentales para correlacionar las variables de rendimiento, disponibilidad y costes de explotación en el ámbito industrial.

3.4. Delimitación de la muestra

La muestra de estudio fue obtenida a partir del muestreo intencionado, teniendo en cuenta los factores más característicos del proceso operativo y de mantenimiento.

La elección se hizo, a partir del principio de importancia operativa y de la facilidad de obtener información tomando como bases a los vehículos y a las personas que tenían que ver, directamente, en la realización de la operación de mantenimiento y de transporte.

- 10 vehículos de transporte de larva, de distintas capacidades y grados de utilización, elegidos para poder analizar su comportamiento operativo y su frecuencia de mantenimiento.

- 8 técnicos de mantenimiento mecánico, entre los que se incluían los jefes de taller, ayudantes y operarios, personas que eran las responsables de llevar a cabo el mantenimiento preventivo y el correctivo.

- 2 supervisores administrativos, personas responsables de la planificación, control y registro de las órdenes de mantenimiento.

De acuerdo con lo indicado por (Galliková et al. 2018), la representatividad de la muestra es muy importante en los estudios de fiabilidad y de mantenimiento dado que permite realizar conclusiones generalizadas sobre el comportamiento en general de un sistema técnico.

La muestra de trabajo en este estudio sirvió para: (i) evaluar la eficiencia del mantenimiento preventivo efectivamente aplicado a la flota de transporte de larva; (ii) obtener información sobre las causas de las fallas más frecuentes en los vehículos de trabajo; y (iii) analizar los tiempos de inactividad operadores debido a los problemas de mantenimiento de transporte de larva. La información recolectada fue tabulada y analizada en función de las cifras e indicadores de

fiabilidad (MTBF), mantenibilidad (MTTR) y disponibilidad operativa (A) para poder validar la hipótesis planteada para la mejora de la eficiencia operativa a partir de la mejora en el mantenimiento preventivo.

3.5.Resultados

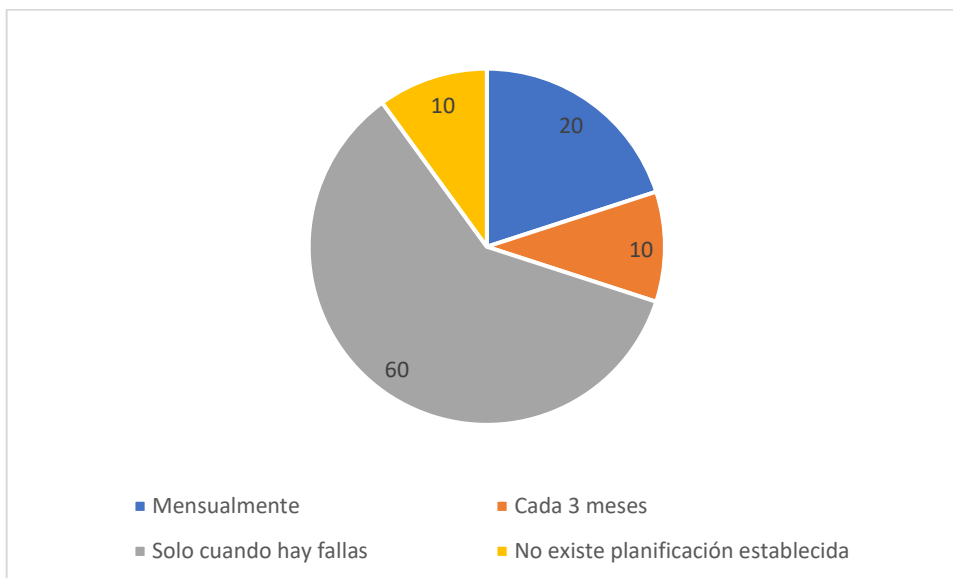
Tabla 1. Frecuencia de mantenimiento preventivo

¿Con que frecuencia se realiza mantenimiento preventivo en los vehículos?

Frecuencia	Porcentaje (%)
Mensualmente	20
Cada 3 meses	10
Solo cuando hay fallas	60
No existe planificación establecida	10

Gráfico 1

Frecuencia



Análisis

Los resultados obtenidos revelan que el 60% de los encuestados llevan a cabo el mantenimiento únicamente cuando se produce una avería. Este resultado da cuenta de la primacía del mantenimiento correctivo aplicado, dado que tan solo el 20% de los encuestados afirma realizar mantenimientos mensuales de manera programada. Esto pone de manifiesto la ausencia de un plan preventivo formal en la operación de los vehículos, así como el impacto que tiene esta falta de planificación sobre la disponibilidad de los vehículos. La falta de la planificación adecuada da pie a paradas imprevistas, lo que conlleva mayores costos de reparación y pérdida de eficiencia en el transporte de larva. Otra vez, estos datos justifican plenamente la legitimidad de la propuesta de llevar adelante un modelo preventivo estructurado que contemple cronogramas fijos y registros digitales.

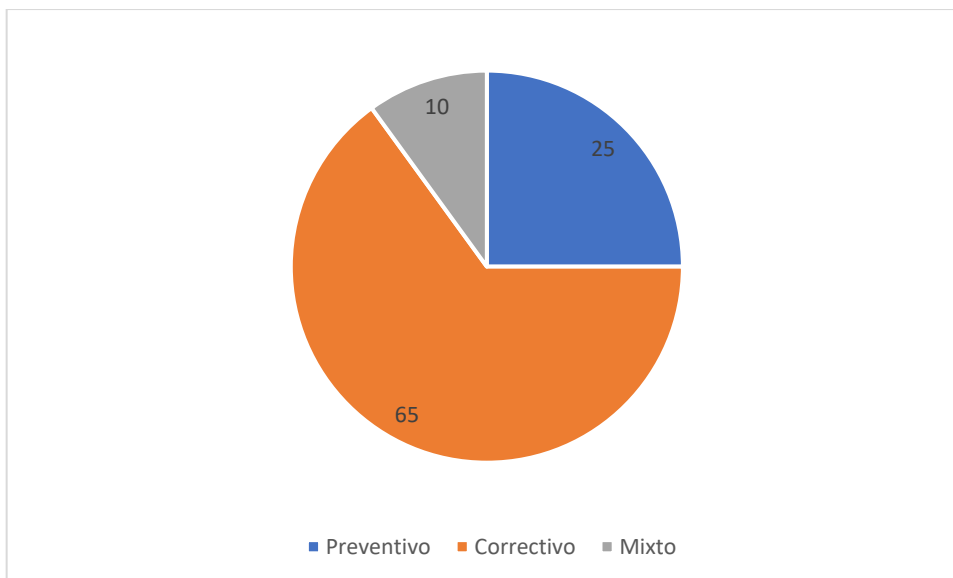
¿Cuenta la empresa con un cronograma formal de mantenimiento preventivo?

Tabla 3 - Tipo de mantenimiento Predominante

Tipo de mantenimiento	Porcentaje (%)
Preventivo	25
Correctivo	65
Mixto	10

Gráfico 2

Tipo de mantenimiento



Análisis

El 65% de los encuestados indicó que el mantenimiento en la actualidad es principalmente correctivo lo que incurre en prolongados tiempos de parada. Tan solo un 25% señaló que existe algún nivel de mantenimiento preventivo parcial. Los datos analizados evidencian la urgencia de avanzar hacia un modelo proactivo sustentado en la programación periódica, la inspección técnica y la gestión por indicadores. Al poner en práctica una estrategia de prevención, la empresa XYZ puede lograr ahorrar hasta un 30 % en sus costes operativos y aumentar la disponibilidad de su flota.

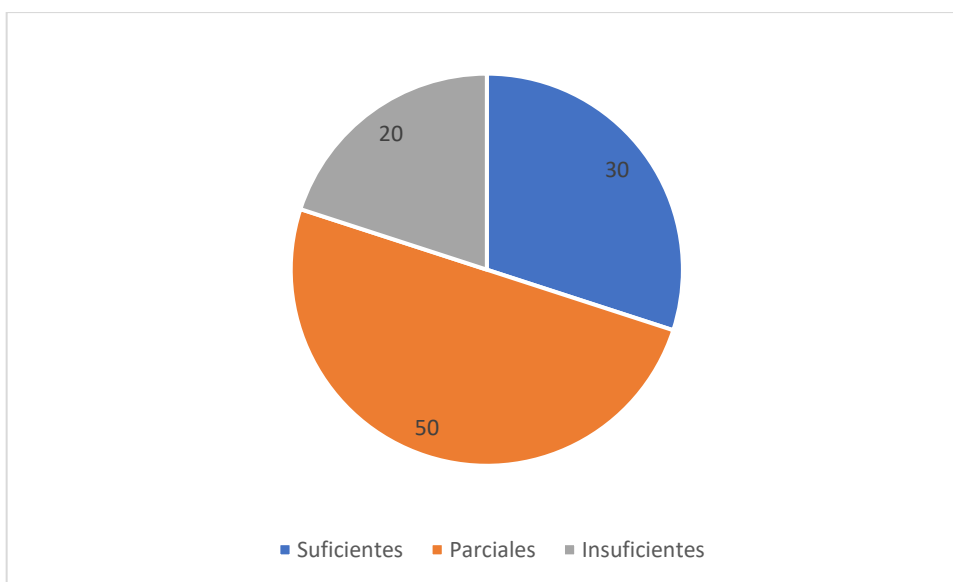
¿Dispone la empresa de un registro histórico o software para seguimiento de mantenimiento?

Tabla 4 - Disponibilidad de Recursos Técnicos

Evaluación	Porcentaje (%)
Suficientes	30
Parciales	50
Insuficientes	20

Gráfico 3

Disponibilidad de recursos



Análisis

El 50 % del personal considera que los recursos que tienen a su disposición son parcialmente suficientes; por su parte, el 20 % califica los recursos como insuficientes. La escasez de herramientas específicas y de repuestos sería un factor que disminuye la eficacia del mantenimiento preventivo. Se trata también de una falta de software de control técnico, lo que

conlleva dificultades para realizar el seguimiento de los servicios. La propuesta plantea implantar un sistema digital para la entrada de mantenimientos y el uso de recursos; se argumenta que la gestión se debe realizar de acuerdo a estándares de calidad ISO 9001.

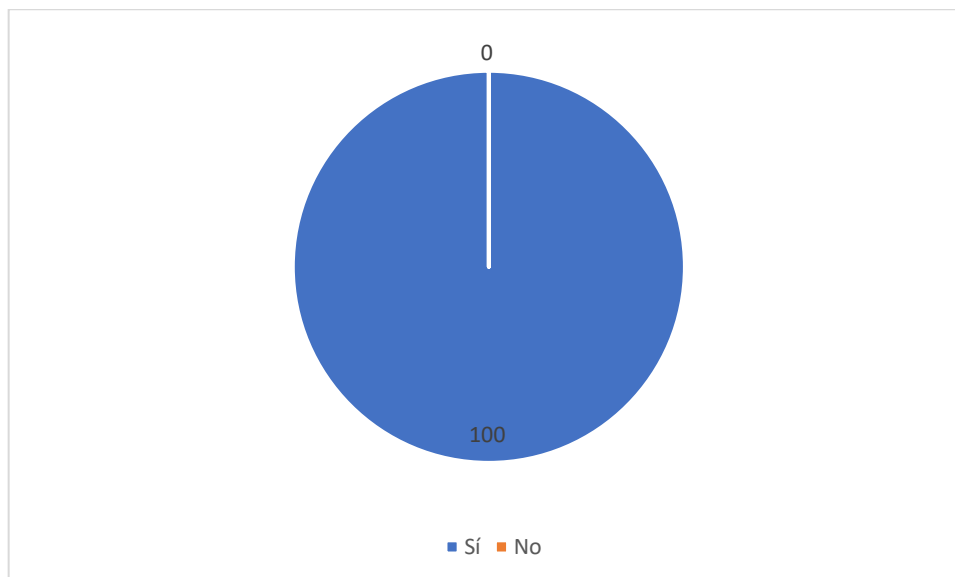
¿Crees necesario implementar un plan estructurado de mantenimiento preventivo?

Tabla 5 - Necesidad de implementar un Plan Preventivo Estructurado

Respuesta	Porcentaje (%)
Sí	100
No	0

Gráfico 4

Implementación de plan preventivo



Análisis

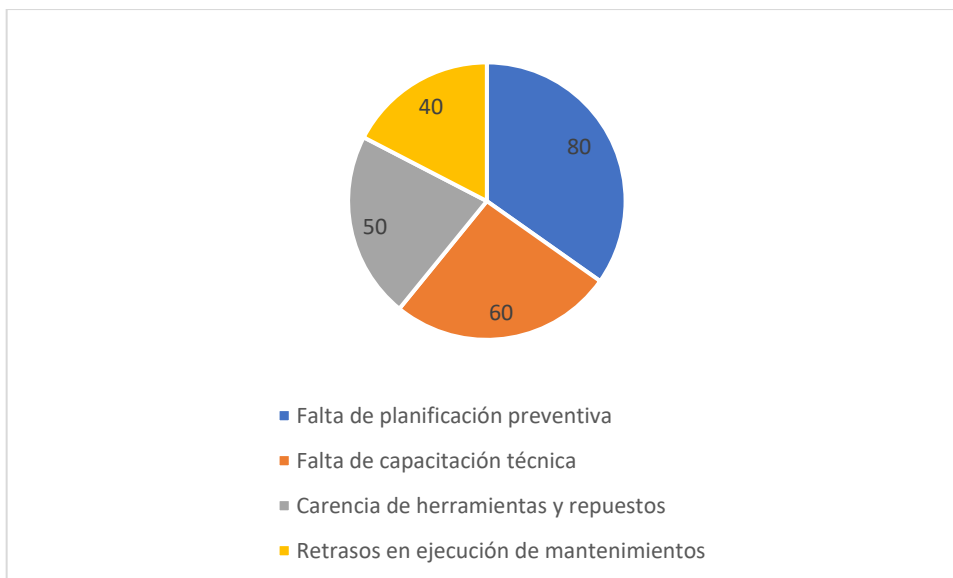
El 100 % de los encuestados manifestaron la necesidad de implantar un plan formal preventivo. Este consenso pone de manifiesto la conciencia técnica que poseen los operarios con respecto a la planificación, útil para mejorar el grado de disponibilidad y la duración de los vehículos. Los resultados corroboran que el personal es capaz de identificar los fallos evidentes del modelo actual y muestran la disposición de la cambra a participar en un proceso de mejora.

Tabla 6 - Principales Problemas Identificados

Problema	Frecuencia (%)
Falta de planificación preventiva	80
Falta de capacitación técnica	60
Carencia de herramientas y repuestos	50
Retrasos en ejecución de mantenimientos	40

Gráfico 5

Problemas identificados



Análisis

Los principales problemas encontrados se relacionan directamente con la falta de un sistema de gestión preventiva formal; el 80% lo identifica como el mayor obstáculo, seguido por deficiencias en formación técnica (60%) y falta de recursos (50%). Tales resultados constituyen soportes para una propuesta de una reorganización de los manteamientos preventivos, sustentada en la formación del personal, control digital e indicadores técnicos (TMEF, TTMR y grado de disponibilidad operativa).

Observación Directa

Tabla 7 - Resultados de la Observación del proceso de Mantenimiento Preventivo Actual

Aspecto observado	Resultado	Observaciones
Existe un plan documentado de mantenimiento preventivo.	No	No existe documentación formal ni cronograma establecido. Las revisiones se realizan según disponibilidad del taller.

Aspecto observado	Resultado	Observaciones
Se cumple con el calendario de mantenimiento programado.	No	No hay registros de fechas de intervención; los mantenimientos se realizan cuando surgen fallas.
Se realiza registro digital de mantenimientos realizados.	No	Los registros son manuales en hojas sueltas o cuadernos, sin respaldo digital ni base de datos.
El personal cuenta con capacitación técnica actualizada.	Parcial	Solo algunos técnicos poseen formación técnica básica; no hay capacitaciones recientes sobre mantenimiento preventivo.
Las herramientas y equipos están en buenas condiciones.	Sí	Las herramientas básicas se encuentran disponibles, aunque faltan equipos de diagnóstico y calibración electrónica.
Se cumplen normas de bioseguridad en el taller.	Parcial	Se cumple parcialmente: se utilizan guantes y mascarillas, pero no existen protocolos estandarizados.
Se dispone de repuestos suficientes para cada unidad.	No	Los repuestos son escasos y en algunos casos se deben solicitar a proveedores externos, generando retrasos.
Se registran los tiempos de parada de los vehículos.	No	No se registran tiempos de parada ni causas de inactividad, lo que impide medir indicadores de eficiencia.

Aspecto observado	Resultado	Observaciones
Existe supervisión directa del jefe de mantenimiento.	Sí	El jefe supervisa las tareas, pero sin herramientas digitales ni reportes de control estandarizados.
Se aplican indicadores de desempeño (MTBF, MTTR).	No	No existen métricas de fiabilidad ni mantenibilidad aplicadas formalmente.

Fuente: Elaboración propia (2025), a partir de la observación directa en la empresa XYZ, Tenguel–Balao.

3.6. Programa de mantenimiento preventivo propuesto para la flota de transporte de larva

En respuesta a las deficiencias identificadas durante la observación directa y el análisis del Proceso de mantenimiento actual, se desarrolló un programa de mantenimiento preventivo estructurado para la flota de traslado de larva de la empresa XYZ. Este plan fue elaborado con un enfoque en la administración de activos, conforme a los alineados de la norma ISO 55001, con la finalidad de optimizar la planificación, el control técnico y la eficiencia operativa de los vehículos.

El programa establece rutinas periódicas de mantenimiento, responsables definidos, actividades técnicas específicas y los repuestos necesarios para cada intervención, permitiendo pasar de un mantenimiento correctivo-reactivo a uno preventivo-planificado. Asimismo, la implementación de registros documentado y fechas programadas facilitan la trazabilidad de las intervenciones y la generación de información para toma de decisiones.

Tabla 8 - Programa de Mantenimiento Preventivo para la Flota de Transporte de Larva

Plantilla de programa de mantenimiento

Fecha:	14/11/2025
Preparado por:	Gilmar Tomala
Enviado por:	Luis Herrera
Aprobado por:	María González

Descripción del equipo	Condición	Frecuencia de mantenimiento (días)	Descripción de la actividad de mantenimiento	Repuestos, componentes u otros insumos	Responsable	Fecha del último mantenimiento	Fecha del próximo mantenimiento	Notas
camion diesel de transporte de larva	Bueno	30	Cambio de aceite de motor, revisión de filtros, inspección de fugas y correas	Aceite 15W40, filtro de aceite, filtro de combustible,	Técnico mecánico	10/10/2025	9/11/2025	Actividad clave para garantizar confiabilidad del motor
sistema de frenos	Bueno	45	Inspección de pastillas, discos, líneas hidráulicas/neumáticas y ajuste de freno de mano	Pastillas de freno, líquido DOT 4, kit de sellos	Técnico mecánico	15/8/2025	13/11/2025	Prioridad alta por seguridad operacional
Sistema de suspensión	Regular	60	Revisión de amortiguadores, ballestas, bujes y lubricación general	Amortiguadores, bujes, grasa multipropósito	Técnico mecánico	20/9/2025	19/11/2025	Reduce vibraciones que afectan la larva
Sistema de transmisión	Bueno	90	Cambio de aceite de caja y diferencial, revisión de cardán y crucetas	Aceite de transmisión, aceite diferencial, crucetas	Técnico mecánico	1/11/2025	16/11/2025	Previene fallas durante recorridos largos
Sistema eléctrico del vehículo	Bueno	60	Revisión de batería, alternador, luces, cableado y fusibles	Batería, fusibles, terminales eléctricos	Técnico mecánico	1/3/2025	28/8/2025	Evita paradas imprevistas en ruta
Sistema de refrigeración	Regular	45	Limpieza de radiador, inspección de mangueras y verificación de termostato	Refrigerante, mangueras, abrazaderas	Técnico mecánico	5/10/2025	19/11/2025	Controla sobrecalentamientos del motor
Sistema de oxigenación y tanques	Bueno	15	Inspección de mangueras, válvulas, manómetros y limpieza de tanques	Mangueras, válvulas, manómetros, sellos	Operador capacitado	12/7/2025	9/11/2025	Sistema crítico para la supervivencia de la larva
Chasis y carrocería	Bueno	120	Inspección estructural, detección de fisuras y aplicación anticorrosiva	Pernos, pintura anticorrosiva	Técnico mecánico	1/2/2025	1/7/2025	Prolonga la vida útil del activo
Revisión general de la flota	Excelente	365	Evaluación integral del estado técnico del vehículo y actualización de registros	Formatos de inspección, checklist técnico	Técnico mecánico	10/11/2025	10/1/2026	Base para indicadores MTBF y MTTR

La aplicación del programa de mantenimiento preventivo propuesto permite establecer un control sistemático sobre el estado de los activos, reduciendo la ocurrencia de fallas inesperadas y asegurando la disponibilidad operativa de la flota. Además, la identificación anticipada de repuestos e insumos contribuyentes a disminuir los tiempos de reparación y a optimizar los costos asociados al mantenimiento.

3.7. Análisis de resultados

A partir de la implementación del programa de mantenimiento preventivo sugerido, se procedió al análisis de los resultados logrados a través de la observación directa del proceso de mantenimiento, lo cual permitió identificar las principales deficiencias estructurales y operativas existente antes de la aplicación del modelo optimizado.

En función de la observación directa realizada en la llegada de mantenimiento se puede concluir que el proceso actual presenta deficiencias estructurales y operativas. No existe plan documentado de mantenimiento preventivo y, por lo tanto, no hay un calendario de mantenimiento preventivo que condice con un plan específicamente fijado, sino que se trabaja mediante tareas bajo demanda y en función de la disponibilidad del personal o de los recursos.

Así, se dio muestra de la ausencia de documentos y registros digitales que faciliten la trazabilidad de las intervenciones efectuadas en la flota. La inexistencia de piezas de servicio y los elementos técnicos de diagnóstico han generado paradas de los vehículos reiterativas, extendiendo los tiempos de inactividad. El mantenimiento se efectúa a partir de un proceso de supervisión empírica, sin indicadores técnicos y sin reportes de control que faciliten la evaluación de los activos.

En lo que respecta a la variable cuantitativa, se puso de manifiesto la falta de medidas de gestión del mantenimiento tales como el Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF o MTBF) y el Tiempo Medio de Reparación (TTMR o MTTR), las cuales son necesarias para evaluar la confiabilidad y mantenibilidad de la flota de transporte de larva. El Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF) viene definido como la relación entre el tiempo total de operación de los equipos y el número de fallas durante este tiempo definido, según lo define la expresión:

$$TMEF = \frac{\textit{T tiempo total de operaciones}}{\textit{Numeros de Fallas}}$$

Por su parte, el Tiempo de Reparación (TTMR) representa el tiempo promedio requerido para restablecer el equipo a condiciones operativas, y se calcula mediante la siguiente formulas:

$$TTMR = \frac{\textit{T tiempo total de reparacion}}{\textit{Numeros de reparaciones}}$$

Adicionalmente, la Disponibilidad Operativa (A) de la flota, indicador clave para la eficiencia del servicio de transporte, se determina a partir de la relación entre estos dos indicadores conforme a la expresión:

$$A = \frac{TMEF}{TMEF + TTMR}$$

Hoy por hoy, la falta de información histórica y datos donde apoyarse de forma certera y confiable en su análisis de la información a la empresa XYZ, poder calcular estos indicadores, lo que restringe la posibilidad de llevar a cabo una evaluación objetiva del comportamiento de la flota de transporte y dificultar la toma de decisiones de carácter técnico sustentada sobre la base de la información real existente.

En este sentido, las pruebas realizadas justifican la necesidad de aplicar una estrategia que favorezca la optimización del mantenimiento preventivo basado en la planificación ordenada, en el registro sistematizado y en la evaluación continua de los indicadores de carácter técnico a favor de la organización, la mejora de la fiabilidad de los activos y la incrementar la operatividad de la empresa XYZ.

3.7.1. *Ejemplo comparativo posterior a la implementación del mantenimiento preventivo*

Con el objetivo de evaluar el impacto de la implementación del programa de mantenimiento preventivo optimizado, se realizó una simulación comparativa de los indicadores técnicos ante y después de la aplicación del modelo propuesto, considerado una unidad representativa de la flota de transporte de larva durante un periodo mensual de operación.

3.7.2. *Escenario previo a la implementación (mantenimiento correctivo)*

Tiempo total de operación: 240 horas

Numero de fallas: 6

Tiempo total de reparación: 36 horas

Cálculo de indicadores

$$TMEF_{antes} = \frac{240}{6} = 40 \text{ Horas}$$

$$TTMR_{antes} = \frac{36}{6} = 6 \text{ Horas}$$

$$A_{antes} = \frac{40}{40 + 6} = 0.87 \text{ (87\%)}$$

3.7.3. Escenario posterior a la implementación (mantenimiento preventivo)

Después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo, se prevé una reducción de los fallos y de los tiempos de reparación, gracias a la planificación, la disponibilidad de piezas repuestos y el control técnico del mantenimiento.

Tiempos totales de operación:240horas

Numero de fallas:3

Tiempo total de reparación:12 horas

$$TMEF_{despues} = \frac{240}{3} = 80 \text{ Horas}$$

$$TTMR_{despues} = \frac{12}{3} = 4 \text{ Horas}$$

$$A_{antes} = \frac{80}{80 + 4} = 0.95 \text{ (95\%)}$$

Análisis comparativo de resultados

Indicador	Antes de la optimización	Después de la optimización
TMEF(Horas)	40	80
TTMR(Horas)	6	4
Disponibilidad (%)	87%	95%

Los resultados evidencian que la implementación del programa de mantenimiento preventivo permite duplicar el tiempo medio entre fallas, reducir el tiempo medio de reparación y aumentar la disponibilidad operativa de la flota en 8 puntos porcentuales, lo cual demuestra una mejora significativa en la eficiencia operativa del sistema de transporte de larva.

3.8. Discusión de resultados

Los resultados derivados de la observación directa y la aplicación de encuestas a los ingenieros de planta y administrativos de la empresa XYZ en Tenguel - Balao, permitió identificar una serie de insuficiencias tanto estructurales como operativas que impactan directamente en la eficiencia del mantenimiento preventivo de las unidades del transporte de larvado. Se evidenció que el orden de los trabajos carece de un tipo de planificación y una representación de registros sistematizados con un control que esté representado en indicadores, lo que perjudica el funcionamiento ya que las tareas se generan por retrasos y paradas no programadas, aumentando así los costos de operación. Esta situación concuerda con lo manifestado por Molefe y Pradhan (2022), quienes afirmaron que la ausencia de sistemas de gestión preventiva representados a través de indicadores técnicos provoca problemas con la capacidad operativa y la fiabilidad en los equipos que intervienen en el transporte de las empresas.

La falta de un plan documentado de mantenimiento, tal como se vio en la observación, representa que cuando se producen tareas lo son empíricamente para la empresa y de modo reactivo ante las fallas. Según Galliková et al. La implementación de factores de fiabilidad (MTBF), mantenibilidad (MTTR) y disponibilidad (A), propuesto por Razouk et al (2018), establece parámetros medibles que conducen al análisis de la toma de decisiones desde un punto de vista técnico, lo que disminuye los tiempos de inactividad de los equipos; en el caso de la empresa XYZ, la no utilización de estos controles ha hecho que el mantenimiento tenga un carácter puramente correctivo, sin tener la trazabilidad necesaria para la previsión de fallas y de medir el resultado de las intervenciones.

En este sentido, los valores obtenidos a partir de los análisis cuantitativos de los indicadores de confiabilidad y mantenibilidad evidencian mejoras significativas en la disponibilidad operativa

de la flota, lo que refuerza de la necesidad de adoptar un enfoque preventivo estructurado en la gestión del mantenimiento.

Adicionalmente, a raíz de la memoria de resultados, los resultados muestran que el personal técnico tiene una formación inicial que se encuentra alejada de la formación continua en mantenimiento preventivo y en diagnóstico de fallas, lo que les dificulta una respuesta más eficaz ante problemas mecánicos y propicia la repetición de errores operativos. Del mismo modo, Hernández-Sampieri, Mendoza y Torres (2022) apuntan que la observación sistemática en el lugar real sirve para ver cómo la ausencia de formación del personal técnico provoca una disminución de las eficiencias de los procesos y de la gestión de la información en las organizaciones. Desde este punto de vista, la capacitación continua y la normalización de procedimientos se constituyen en dos condiciones necesarias para conseguir la gestión del mantenimiento sostenible y eficaz.

Simultáneamente, la información recogida de las encuestas muestran que el 100% de encuestados opinan sobre la conveniencia de la puesta en marcha de un programa prevención estructurado, lo que muestra la disposición del personal para la implementación de un modelo de mejora continua. Este resultado también coincide con la posición defendida por Jaffer et al. (2013) quien defiende que la tasa de actividades de los programas de mantenimiento está fuertemente influenciada por la participación del personal y la existencia de políticas de seguimiento técnico específicas. En la empresa XYZ, el grado de implicación del personal operativo juega un papel clave para asegurar la implementación de las nuevas prácticas del mantenimiento preventivo. Otro aspecto importante que se pudo observar fue la carencia de registros digitales y de herramientas de control, las cuales impiden llegar a suministrar datos históricos que puedan ser utilizados para la toma de decisiones estratégicas. Según Knight (2013), la administración del mantenimiento basada en datos (RAM) permite no solo optimizar la confiabilidad del sistema, sino

que también permite juzgar la rentabilidad técnica y económica del mantenimiento. En el caso del estudio presentado, la falta de digitalizar los datos e información a través de registros digitales impide a la empresa poder hacer estos análisis comparativos de las variables que se pretenden utilizar, como el tiempo de reparación o de disponibilidad, con lo que se reduce la capacidad de la gestión que puede ejercer la empresa.

En resumen, los resultados permiten concluir que la situación actual del mantenimiento en la empresa XYZ presenta una brecha significativa respecto de las buenas prácticas definidas por las normas internacionales ISO 9001 (gestión de la calidad) e ISO 55001 (gestión de activos), propone una manera de gestionar que aplica el enfoque de la planificación estratégica, la forma sistemática de mejora continua y un correcto control del ciclo de vida de los activos para incrementar el valor de estos y su rendimiento. Sin embargo, la ausencia de la correcta planificación de activos, el insuficiente control de la información técnica, la carencia de indicadores de rendimiento y el escaso nivel de la formación del personal han propiciado un modelo de mantenimiento muy tendente al correctivo, lo que provoca un incremento de los costes operativos de la empresa y una disminución de la disponibilidad y de la fiabilidad de la flota de la misma

En respuesta a la discusión realizada, se confirma la hipótesis presentada, es decir, que la mejora en el mantenimiento preventivo incrementa eficiencia en las operaciones de la empresa. Así, los hallazgos que se han conseguido funcionan como el fundamento técnico y empírico para el desarrollo de la propuesta de mejoras que se expondrá en el siguiente capítulo. Esta propuesta se enfoca en la implementación de un modelo de mantenimiento preventivo bien organizado, que incluye una planificación programada, registros electrónicos, supervisión de indicadores (MTBF, MTTR y disponibilidad), y capacitación técnica del personal para una mejor gestión en términos

de una gestión más eficiente, sostenible, y rentable, alineada con los estándares internacionales de mantenimiento y calidad.

CAPITULO 4 - PROPUESTA

4.1.Objetivo de la Propuesta.

4.1.1. *Objetivo general:*

El objetivo es diseñar un modelo de mantenimiento preventivo, considerando las características de la empresa XYZ y mejorar el rendimiento de la operación de la flota que transporta larvas, garantizando en todo caso la confiabilidad de las unidades, disminuyendo la reducción de costes, y la mejora continua de los procedimientos del mantenimiento.

4.1.2. *Objetivos específicos:*

- Estructurar un modelo de mantenimiento preventivo que se adapte a las condiciones reales de la empresa.
- Proponer procedimientos estandarizados a partir de diagramas de flujo de procesos y de subprocesos.
- Diseñar la documentación técnica necesaria para la gestión, planificación y control de mantenimiento.
- Implantar indicadores del desempeño técnico del mantenimiento que permitan evaluar la eficiencia y la disponibilidad de la flota

4.2. Justificación de la Propuesta

La propuesta parte de los resultados de la fase de diagnóstico, donde se concluyó que la empresa XYZ no cuenta con un plan documentado de mantenimiento preventivo, provocando déficit de disponibilidad, paradas, averías y un bajo nivel de disponibilidad de la flota de transporte.

El diseño de un modelo preventivo permitirá una programación de intervenciones planificadas, el uso efectivo del material de repuestos y la reducción de paradas no programadas. Este modelo es también una manera de mejorar la trazabilidad de la información técnica y de optimizar los tiempos de respuesta, así como de favorecer la cultura del mantenimiento sustentado en la mejora continua tal y como sugieren autores como Molefe y Pradhan (2022) y Galliková et al. (2018), los cuales remarcaban la importancia de la planificación técnica y el uso de indicadores de fiabilidad y mantenibilidad en los contextos industriales y de transporte.

4.3. Descripción del Modelo de Mantenimiento Preventivo

El modelo descrito plantea la planificación, ejecución, seguimiento y retroalimentación de las actividades de mantenimiento preventivo mediante la definición de flujos de trabajos y la adopción de documentación técnica estandarizada.

Fases que componen el modelo:

Planificación del mantenimiento

En este primer apartado se definen los tiempos y las frecuencias de intervención, en función del kilometraje, horas de servicio o bien condiciones operativas.

El programa de recursos

En este segundo apartado se definen los materiales, los repuestos y la mano de obra necesaria, la cual está soportada en las órdenes de compra y solicitudes de egreso.

Ejecutar las tareas preventivas

En este tercer apartado se requiere que el personal técnico ejecute las tareas planificadas a partir de la hoja de planificación del mantenimiento.

Control y registro

En este cuarto apartado se registran las intervenciones de mantenimiento en el historial de mantenimiento de los sistemas, reportando las fichas técnicas y los costes.

Evaluación y mejora continua

En este último apartado se evalúan los indicadores técnicos (MTBF, MTTR y disponibilidad) y de este análisis dependen las modificaciones al plan de mantenimiento.



Ilustración 4 - Modelo de Mantenimiento Preventivo

El modelo de mantenimiento preventivo diseñado para la compañía XYZ tiene como objetivo definir un procedimiento para gestionar un mantenimiento estructurado, estandarizado y controlado que permita asegurar la continuidad operativa de la flota de transporte larva a la vez que minimiza las paradas no programadas y permite un servicio más eficiente.

Todo el proceso da inicio con la apertura de una orden de trabajo, que se efectúa desde el área administrativa y que determina la necesidad de hacer mantenimiento en la unidad correspondiente, a partir de este punto se determina si dicho mantenimiento es del tipo preventivo o correctivo, y en su defecto, si lo es del tipo preventivo, se ejecuta el procedimiento de elaboración de la solicitud para la salida de lubricantes, filtros o materiales automotrices, que es elaborada por el personal técnico o administrativo del taller.

Luego, se verifica si los materiales solicitados están disponibles en bodega y si se localizan en stock, la bodega entrega los materiales solicitados y realiza su registro en el inventario. En caso contrario, se gestiona la compra de repuestos e insumos faltantes, otro proceso que involucra la parte de Compras y de facturación, garantizando el traceo de los recursos utilizados.

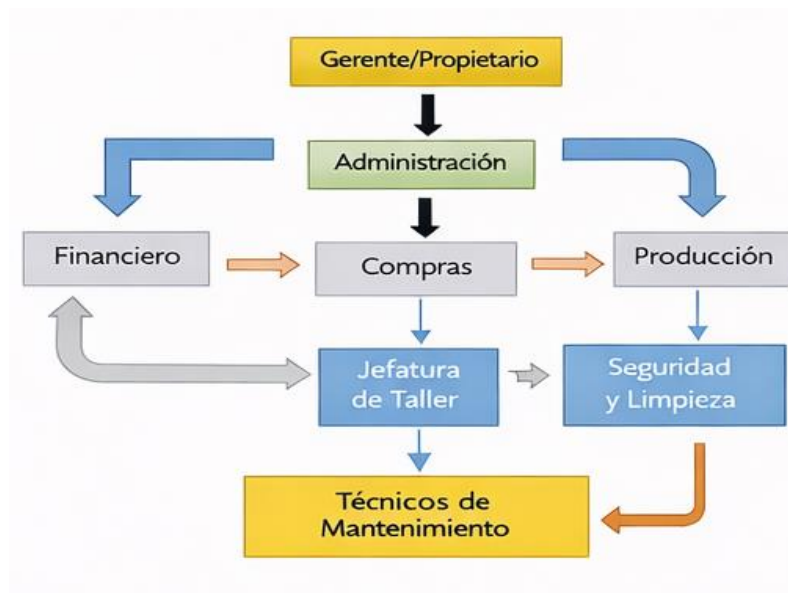
El jefe de taller tiene un rol importante en el modelo, dado que determina la competencia y las especialidades del personal de su cargo para realizar el mantenimiento. Si el personal cumple con la competencia y especiales técnicas, se genera la orden de trabajo correspondiente al mantenimiento preventivo, donde se detallan actividades programadas, tiempos de ejecución y recursos. En caso contrario, el jefe de taller entrega el diagnóstico, puede gestionar ver la posibilidad de ayuda externa especializada o formación técnica.

Por último, se realizan pruebas de funcionamiento y control de calidad del mantenimiento, verificando el cumplimiento de los estándares establecidos para que la unidad esté en condiciones

óptimas para operar. Después de la verificación final, se hace la entrega de la unidad, momento a partir del cual el proceso de mantenimiento preventivo queda completado y toda la información asociada queda registrada en los formatos de control.

Este modelo permite articular las áreas de administración, taller, bodega y adquisiciones, estableciendo canales de comunicación y flujos de trabajo. Su aplicación permite reducir tiempos improductivos y optimizar recursos logísticos, así como la mejora continua del desempeño operativo de la flota, encontrándose en línea con lo que plantea la gestión de mantenimiento basada en la confiabilidad (RCM) y con lo que prescriben las normas de calidad ISO 9001 e ISO 55000.

4.3.1. Organigrama



4.3.2. Subproceso

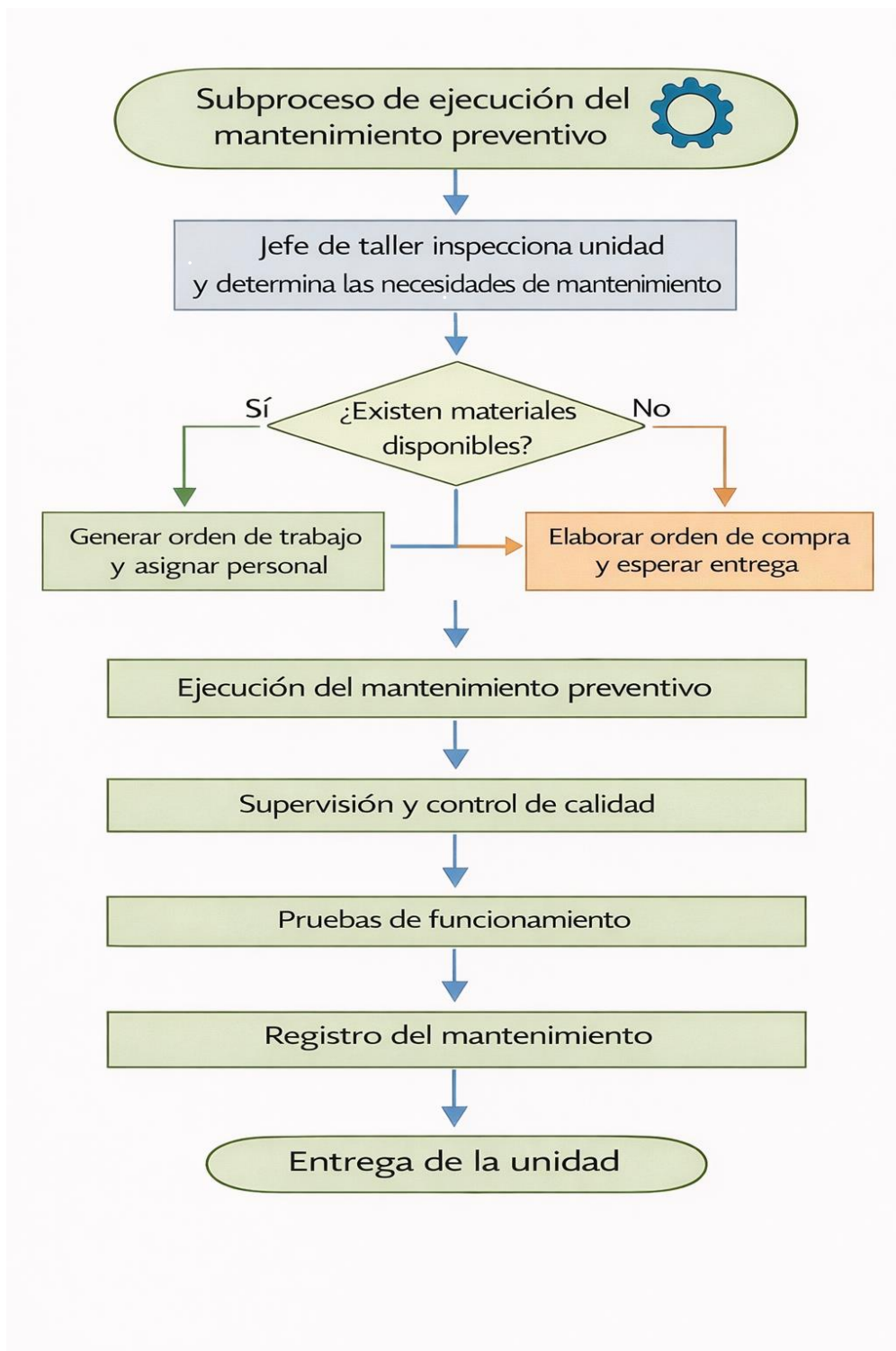


Ilustración 5 - Ejecución del Mantenimiento Preventivo

Descripción:

- El encargado del taller hace la revisión de la unidad y la clasificación del tipo de mantenimiento necesario.
- Si el personal técnico tiene la capacidad requerida el mantenimiento se ejecuta en el propio taller.
- De lo contrario se pide apoyo externo o se rieguen la tercera parte controlada.
- Un chequeo del funcionamiento posterior se hace para autorizar la entrega.

4.3.3. Documentación del Modelo de Mantenimiento

Dentro de este apartado se encuentran todos los formatos y registros para la gestión documental del mantenimiento. Dicha gestión documental del mantenimiento garantiza el control administrativo de los procesos, la trazabilidad de la información técnica, así como la toma de decisiones basada en informes documentales.

4.3.4. Orden de Trabajo de Mantenimiento

Propósito: Autorizar formalmente la ejecución del mantenimiento preventivo o correctivo.

ORDEN DE TRABAJO N°: _____	Fecha: __ / __ / __
Datos del Vehículo	
Placa: _____	Marca/Modelo: _____
Kilometraje actual: _____ km	Tipo de vehículo: _____
Tipo de mantenimiento: <input type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Correctivo	
Descripción de tareas a realizar:	
_____ _____	
_____ _____	

Materiales e insumos utilizados:	
—	
—	
Personal técnico asignado: _____	
Horas empleadas: _____	
Firmas de validación	
Jefe de Taller: _____	Técnico responsable: _____

La Orden de Trabajo de Mantenimiento es el documento estándar que autoriza, organiza y controla la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo o correctivo. La objetivo de la Orden de Trabajo es formalizar la intervención sobre un vehículo de la flota, para garantizar que la tarea se ejecute según especificaciones técnicas, protocolos, y otras consideraciones. En el caso de la empresa XYZ, la orden de trabajo es capaz de identificar cada uno de los vehículos de la flota -por medio de la placa, modelo, y también por el kilometraje-; de registrar las acciones a llevar a cabo, así como los recursos humanos y materiales, también refleja las firmas de responsabilidad

del técnico y del jefe de taller. El uso sistemático de dicha orden de trabajo evita las intervenciones no registradas, permite realizar un seguimiento de las acciones preventivas ejecutadas, sirve como base de alimentación para el historial de mantenimientos, además de influir en la medida del rendimiento del personal técnico y para mantener control de costes y tiempos de ejecución conforme con los indicadores de la gestión (MTTR y disponibilidad).

4.3.5. Hoja para la Planeación del Mantenimiento

Propósito:

Planificar las actividades de mantenimiento preventivo según el kilometraje, tiempo o condiciones de operación.

Código del vehículo: _____	Semana N°: _____	Mes: _____		
Descripción de la tarea	Frecuencia	Fecha programada	Recursos asignados	Responsable
_____	Diaria <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/>	//_____	_____ _____	_____ _____
_____	Diaria <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/>	//_____	_____ _____	_____ _____
Firma del planificador: _____				
Firma del jefe de taller: _____				

La Hoja de Planeación del Mantenimiento Preventivo tiene como finalidad la programación y calendarización de las tareas de mantenimiento con base en el kilometraje, horas de operación o condiciones medioambientales que se tenga de la flota de transporte de larva. Dicha hoja tiene la facultad de poder definir anticipadamente las tareas, las fechas, los recursos asignados y los responsables de las distintas tareas de manera que se facilite una gestión proactiva del mantenimiento ya que la utilización de esta hoja permitiera reducir fallas inesperadas, mejorar la disponibilidad de los vehículos y evitar paradas largas.

Para el caso de XYZ, este hecho se transforma en una herramienta estratégica ya que la operación depende del transporte de larvas continuamente y en condiciones óptimas sanitarias de estas últimas pues en la hoja de planificación se permite coordinar el trabajo entre los departamentos de logística, mantenimiento y administración optimizando el tiempo, los materiales y la mano de obra.

4.3.6. Solicitud de Egreso de Repuestos e Insumos

Propósito:

Registrar la salida de materiales y repuestos del inventario para la ejecución del mantenimiento.

Solicitud N°: _____	Fecha: ___/___/___	Área solicitante: _____	
Código del repuesto	Descripción	Cantidad solicitada	Unidad de medida
_____	_____	_____	- _____
_____	_____	_____	_____
Solicitado por: _____	Autorizado por (jefe de Taller): _____		

La Solicitud de Egreso de Repuestos e Insumos cuenta con la finalidad de establecer el flujo del inventario dispuesto para el mantenimiento de los vehículos.

Este formato pone de manifiesto la salida de lubricantes, filtros, piezas y materiales, asegurándose con ello la trazabilidad y el no uso de los recursos del taller sin autorización relacionada con el mismo.

Cada solicitud contiene la información del código y de la descripción del repuesto, así como la cantidad solicitada, la fecha y el nombre del responsable.

El documento será autorizado por el jefe del taller asegurándose de la correcta aplicación de los insumos que excedan lo dispuesto en cada orden de trabajo activa, para evitar gastos innecesarios.

En el modelo de mantenimiento propuesto, este formato ayudaría a mantener un equilibrio apropiado entre el stock de los materiales y el costo del inventario y, al mismo tiempo, permitirían registrar datos claves para la gestión de las compras y el control del presupuesto.

4.3.7. Orden de Compra de Repuestos

Propósito:

Solicitar la adquisición de materiales o insumos no disponibles en bodega.

Orden de Compra N°: _____	Fecha de emisión: ____/____/____			
Proveedor: _____				
RUC / NIT: _____				
Dirección: _____				
Teléfono: _____				
Descripción del material	Cantidad requerida	Precio unitario	Costo total	Fecha estimada de entrega
_____	_____	_____	_____	//_____

_____	_____	- _____	_____	//_____
Aprobado por:				

Firma del Área Administrativa:				

El documento de Orden de Compra de Repuestos se encuentra muy bien adoptado y se utiliza como soporte cuando los materiales o componentes necesarios no se encuentran almacenados.

El objetivo es formalizar la adquisición de los insumos a obtener para el mantenimiento, garantizando la correcta gestión en la parte económica-administrativa.

Código de vehículo: _____	Marca/Modelo: _____	Clase: _____			
Fecha de mantenimiento	Tipo (P/C)	Actividad realizada	Duración (horas)	Costo total (USD)	Responsable
//_____	<input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> C	_____ _____	_____	_____	_____
//_____	<input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> C	_____ _____	_____	_____	_____
Observaciones:					
Firma del jefe de taller: _____					
Firma del técnico: _____					

El documento contiene la descripción del material, cantidad que necesita, proveedor, precio estimado y fecha de entrega, además de las firmas de conformidad del área administrativa.

El formato de Orden de Compra de Repuestos en la empresa XYZ asegura la continuidad del proceso, evitando las demoras que suponen la falta de repuestos.

Además, la adopción del formato permite hacer una evaluación de proveedores, planificar la compra y tener una trazabilidad de los costos, en línea con los principios de gestión de la calidad de la norma ISO 9001.

4.3.8. *Historial de Mantenimiento*

Propósito:

Registrar el mantenimiento realizado, fechas, costos, duración y materiales utilizados.

El Historial de Mantenimiento Vehicular es una herramienta documental que centraliza toda la información técnica de las intervenciones realizadas en cada unidad. Incluye datos sobre fechas, tipo de mantenimiento, duración, materiales empleados, costos y observaciones del técnico responsable.

En la empresa XYZ, este historial es esencial para el seguimiento técnico del desempeño de la flota, ya que permite identificar patrones de fallas, analizar costos acumulados y determinar la vida útil de los componentes críticos. Además, posibilita generar reportes estadísticos sobre la eficiencia del mantenimiento preventivo

frente al correctivo, aportando al proceso de toma de decisiones estratégicas en la gestión operativa.

4.3.9. Informe de Mantenimiento

Propósito:

Documentar los resultados del mantenimiento, indicando las actividades ejecutadas, repuestos utilizados, tiempos y observaciones técnicas.

Campos:

Informe N°: _____	Fecha: ____/____/____					
Código de vehículo: _____ Kilometraje actual: _____ km						
Detalles técnicos del trabajo realizado:						

Análisis de fallas detectadas y correcciones aplicadas:

Materiales y repuestos utilizados:

<p> Tiempo total de ejecución: _____ horas </p> <p>Personal participante: _____ </p>						
<p> Firma del jefe de taller: _____ Firma del técnico responsable: _____ </p>						

El Informe de Mantenimiento persigue el objetivo de dejar reflejados de forma técnica y detallada los resultados de las intervenciones de mantenimiento preventivo o correctivo que se han llevado a cabo.

Recoge información del vehículo que se ha atendido, de las tareas que se han llevado a cabo y de los repuestos que han sido empleados, de los tiempos de ejecución, así como del análisis de las averías que han sido detectadas.

Este documento constituye la huella técnica de la intervención ejecutada, validada con las firmas del jefe de taller y con el técnico que sea responsable. En el contexto de XYZ, su utilización permite establecer un control de calidad interno, por cuanto se asegura que las unidades que se entregan al área operativa cumplen las especificaciones mecánicas y las especificaciones de sanidad necesarias para el transporte de la larva.

4.4.Presupuesto estimado de implementación

PRESUPUESTO				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIOS (USB)	COSTO TOTAL(USB)
1	Capacitación técnica del personal (mantenimiento preventivo)	1	\$ 300,00	\$ 300,00
2	Implementación formatos y documentación técnica	1	\$ 100,00	\$ 100,00
3	Software CMMS básico / Hojas de control digital	1	\$ 500,00	\$ 500,00
4	Herramientas de diagnóstico mecánico	1	\$ 500,00	\$ 500,00
5	Repuestos críticos iniciales (filtros, correas, aceites)	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
6	Elaboración cronograma y supervisión inicial	1	\$ 400,00	\$ 400,00
7	Auditoría interna y seguimiento del sistema	1	\$ 500,00	\$ 500,00
TOTAL, GENERAL				\$ 3.300,00

Conclusiones

El desarrollo de esta investigación ha facilitado lograr el objetivo general de proponer un modelo de mantenimiento preventivo adaptado a la empresa XYZ, en medida de mejorar la eficiencia de su flota de transporte de larva. El modelo propuesto da respuesta a las necesidades específicas detectadas en el diagnóstico, mediante la integración de procedimientos estandarizados, formatos documentales e indicadores técnicos que permiten garantizar un control del mantenimiento que sea integral.

Los resultados obtenidos a través de las encuestas demuestran una brecha significativa entre las necesidades de la flota y las prácticas vigentes, donde predomina la atención a fallas inesperadas en un 65 % de los casos. La falta de una planificación estructurada es señalada por el 80 % de los colaboradores como el principal obstáculo para la productividad. Al analizar la insatisfacción con los recursos disponibles y el respaldo absoluto del personal hacia un cambio de paradigma, se concluye que el sistema actual es insostenible. Por lo tanto, la implementación de la propuesta de mantenimiento preventivo no es solo una recomendación técnica, sino una respuesta necesaria a las debilidades estructurales identificadas en el análisis.

En relación al primer objetivo específico, se ha establecido un sistema de mantenimiento, el cual permite planificar las actividades preventivas en función del kilometraje y de las condiciones operativas de los vehículos, donde la planificación anticipada permitirá reducir las paradas no programadas y mejorar la disponibilidad de la flota, cumpliendo así con los principios de fiabilidad y mantenibilidad técnica.

En lo relacionado con el segundo objetivo, se logró la estandarización de procedimientos a través de la diagramación realizada por medio de diagramas de flujo y de subprocesos que permiten

mencionar de forma clara las fases de planificación, ejecución y seguimiento de la tarea de mantenimiento. De esa forma, mejora la coordinación entre las áreas de administración, bodega y taller, lo cual favorece la reducción del tiempo de respuesta y optimiza los recursos humanos y materiales.

Respecto al tercer objetivo, la definición de los formatos asociados al seguimiento permite documentar de forma estructurada la intervención de los procedimientos técnicos, favoreciendo la trazabilidad de la información y aumentando la claridad en el uso de los recursos. Estos instrumentos serán, finalmente, como ayuda para realizar decisiones basadas en la información técnica obtenida de los datos y para potenciar la gestión operativa. Por último, se cumple el cuarto objetivo cuando se aplican los indicadores técnicos de gestión (MTBF, MTTR, y disponibilidad), los cuales permiten gestionar de forma objetiva la medida de la eficacia del sistema. La lectura de los indicadores le da a la empresa una herramienta clave para poder medir cómo se desempeña la flota y para generar acciones de mejora continua.

En resumidas cuentas, el modelo de mantenimiento preventivo aquí propuesto es una buena solución técnica y organizativa para mejorar la eficacia, reducir costes, incrementar la vida útil de los equipos y proporcionar un servicio de transporte de larva seguro, confiable y sostenible, alineado con los principios de la norma ISO 55001.

Recomendaciones

Se sugiere a la gerencia de la empresa XYZ establecer una partida presupuestaria anual dedicada a consolidar el modelo de mantenimiento preventivo. Este fondo debe priorizar la formación técnica del personal y la digitalización de los procesos, además garantiza el stock de componentes críticos. Es fundamental entender este desembolso no como un gasto, sino como una inversión estratégica: la reducción de tiempos muertos y la mayor operatividad de la flota compensarán el capital invertido, asegurando la rentabilidad y la continuidad del sistema a largo plazo.

También se plantea que se digitalicen los registros técnicos y administrativos mediante hojas de control o software de mantenimiento (CMMS) que permitan la generación automática de reportes y análisis de indicadores. Este punto es muy importante para poder incrementar la trazabilidad y la eficiencia del modelo que se plantea.

Hay que hacer un cronograma anual de mantenimiento preventivo validado por el jefe de taller y revisado periódicamente para garantizar la continuidad y la eficacia del sistema. Igual se recomienda que haya comunicación entre los departamentos de mantenimiento, compras y operaciones para coordinar mejor la compra de repuestos y materiales.

Finalmente, se propone que se realicen auditorías internas de mantenimiento basadas en las normas ISO 9001 e ISO 550001 que permitan comprobar que se cumplen los procedimientos para acomodar la mejora continua y garantizar un mantenimiento eficaz, seguro y sostenible. Con la realización de estas propuestas la empresa XYZ podrá hacer un engranaje técnico moderno, fiable y bajo los estándares internacionales de calidad.

Referencias

Ahmed, A., Mathrani, S., & Jayamaha, N. (2021). *An integrated lean and ISO 14001 framework for environmental performance: An assessment of New Zealand meat industry. International Journal of Lean Six Sigma*. <https://doi.org/10.1108/ijlss-05-2021-0100>

Ceniga, P., & Šukalová, V. (2017). *Business logistics processes in the global context*. <https://doi.org/10.3846/cbme.2017.079>

Chertykovtsev, V. (2021). *Intensity of logistics processes of production. Vestnik of Samara University. Economics and Management*. <https://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-3-192-199>

Djapic, M., Popović, P., & Lukić, L. (2019). *Lean business practice as support to QMS implementation in according to ISO 9001:2015. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 682. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/682/1/012017>

Figueredo, G., Owa, K., & John, R. (2020). *Multi-objective optimization for time-based preventive maintenance within the transport network: A review*. <https://doi.org/10.13140/rg.2.2.36132.01929>

Fonseca, L., & Domingues, J. (2018). *The best of both worlds? Use of Kaizen and other continuous improvement methodologies within Portuguese ISO 9001 certified organizations. The TQM Journal*, 30, 321–334. <https://doi.org/10.1108/tqm-12-2017-0173>

Galliková, J., Stuchlý, V., Poprocký, R., & Volna, P. (2018). *Model calculations of posterior reliability indicators for the proposal of the maintenance system. MATEC Web of Conferences*, 157, 08003. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815708003>

Ginnyatulina, R., & Гиннџатулинар, И. (2019). *International practices of quality management in healthcare (a review)*. *Science and Innovations in Medicine*. <https://doi.org/10.35693/2500-1388-2019-4-4-38-43>

Gluzberg, B., Korolev, V., Shishkina, I., Berezovsky, M., Tregubchak, P., & Zverkova, N. (2020). *Reliability indicators of railway joints and crossings*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 918. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/918/1/012147>

Hatagale, P., & Manatkar, A. (2021). *Fleet maintenance using IoT technology*. *Psychology and Education Journal*. <https://doi.org/10.17762/pae.v57i9.2717>

Hernández-Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P., & Torres Sampieri, M. del C. (2022). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Houtermans, M., Al-Ghumgham, M., & Capelle, T. (2008). *Improve industrial process plant safety & availability via reliability engineering*. *2008 IEEE/ACS International Conference on Computer Systems and Applications*, 1021–1026. <https://doi.org/10.1109/aiccsa.2008.4493672>

Kiso, F., & Karičić, S. (2022). *Preconditions and requirements for the development and quality assurance of logistics services*. *First International Conference on Advances in Traffic and Communication Technologies (ATCT 2022)*. <https://doi.org/10.59478/atct.2022.16>

Knight, R. (2013). *Developing a reliability, availability and maintainability process*. *Proceedings Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/rams.2013.6517730>

Lahidji, B., & Tucker, W. (2016). *Continuous quality improvement as a central tenet of TQM: History and current status*. *Quality, Innovation, Prosperity*, 20, 157–168. <https://doi.org/10.12776/qip.v20i2.748>

Lee, D., Fullante, M., Lynn, S., Alvarez, A., Enriquez, P., & Quevedo, V. (2022). *A case study on the improvement of organizational operational efficiency through quality management systems ISO 9001*. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. <https://doi.org/10.46254/an12.20220314>

McAlpine, J. (1985). *Planned plant maintenance systems and procedures*, 222.

Mihai, C., Abagiu, S., Zoitanu, L., & Helerea, E. (2010). *Interconnections between reliability, maintenance and availability*, 443–450. https://doi.org/10.1007/978-3-642-11628-5_49

Mittal, V., Devi, S., Pandey, A., Singh, T., Dhingra, L., & Beliakov, S. (2024). *IoT-enabled predictive maintenance for sustainable transportation fleets*. *E3S Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451101012>

Nedra, A., Néjib, S., Yassine, C., & Morched, C. (2019). *A new lean Six Sigma hybrid method based on the combination of PDCA and the DMAIC to improve process performance: Application to clothing SME*. *Industria Textila*. <https://doi.org/10.35530/it.070.05.1595>

Palacios Guillem, M. (2019). *Nueva metodología desarrollada para la integración de Lean Manufacturing, Kaizen e ISO 31000:2009 basados en la ISO 9001:2015*. *3C Empresa: Investigación y pensamiento crítico*. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2019.080238.12-43>

Paramore, B., Petersen, L., & Banks, W. (1986). *How adequate are your procedures*.

Rajhu Roy, & Ghose, D. (2016). *Quality management system (ISO 9001) and environmental quality management system (ISO 14001): Towards an integrated model*. *IOSR Journal of Business and Management*, 18, 09–20. <https://doi.org/10.9790/487x-1810020920>

Silaipillayarputhur, K. (2016). *Maintenance engineering in process plants*, 77, 10007. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20167710007>

Silva, A., Santos, E., Luz, R., & Da Silva Fernandes, R. (2023). *Analysis of preventive maintenance strategy in off-road trucks*. *Gestão & Produção*. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2023v30e5923>

Sindhu, C., Vijay, C., & Kumar, M. (2013). *Preventive maintenance: A method for efficient fleet operations*.

Ślaski, P. (2017). *Logistics processes management in supply chain*. *American Book Review*, 5. <https://doi.org/10.14738/abr.51.2457>

Stovpnyk, O. (2024). *Building integrated management systems: Achieving synergy and sustainability in modern organizations*. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. <https://doi.org/10.33216/1998-7927-2024-284-4-89-95>

Zihni, Z., Bagaskara, R., & Satria, Y. (2022). *Preventive maintenance implementation in aircraft maintenance organization: A survey of maintenance characteristics of Airbus A320 maintenance*. *Proceedings of the International Conference in Industrial & Mechanical Engineering and Operations Management (IMEOM)*. <https://doi.org/10.46254/bd05.20220192>

ANEXOS

8.1.Anexo 1 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tema: *Optimización del mantenimiento preventivo en una flota de transporte de larva para mejorar la eficiencia operativa de la empresa XYZ (Tenguel – Balao)*

SECCIÓN A: GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA

Aspecto observado	Sí	No	Observaciones
Existe un plan documentado de mantenimiento preventivo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se cumple con el calendario de mantenimiento programado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se realiza registro digital de mantenimientos realizados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El personal cuenta con capacitación técnica actualizada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Las herramientas y equipos están en buenas condiciones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se cumplen normas de bioseguridad en el taller.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se dispone de repuestos suficientes para cada unidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se registran los tiempos de parada de los vehículos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existe supervisión directa del jefe de mantenimiento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se aplican indicadores de desempeño (MTBF, MTTR).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ENCUESTA ESTRUCTURADA

1. ¿Con qué frecuencia se realiza mantenimiento preventivo en los vehículos?

- Mensualmente
- Cada 3 meses
- Solo cuando hay fallas
- No existe planificación establecida

2. ¿Cuenta la empresa con un cronograma formal de mantenimiento preventivo?

- Sí
- No

3. ¿Dispone la empresa de un registro histórico o software para seguimiento de mantenimiento?

- Sí
- No

4. ¿Qué tipo de mantenimiento predomina actualmente en la empresa?

- Preventivo
- Correctivo
- Mixto

5. ¿Considera que los mantenimientos se realizan con los recursos adecuados?

Sí, completamente

Parcialmente

No

6. ¿Con qué frecuencia se presentan fallas mecánicas imprevistas?

Muy frecuente

Ocasional

Rara vez

7. ¿Considera que la falta de planificación afecta la eficiencia del transporte de larva?

Sí

No

8. ¿Considera necesario implementar un plan de mantenimiento preventivo estructurado?

Sí

No

9. ¿Cuáles son las mejoras que considera prioritarias en el área de mantenimiento?

Planificación preventiva

Capacitación técnica

Control de inventarios

Supervisión y control

Otros: