



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA MINI CARGADORA XCMG,
MODELO XC740K, DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ, MEDIANTE LA
IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS INTEGRALES DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Automotriz

AUTOR: DANIEL SEBASTIÁN AYALA MANANGÓN

TUTOR: DIEGO ANDRÉS DUQUE SARMIENTO

Quito – Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Daniel Sebastián Ayala Manangón con documento de identificación N° 1752750834 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.

Quito, 02 de agosto del año 2024

Atentamente,



Daniel Sebastián Ayala Manangón

1752750834

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

Yo Daniel Sebastián Ayala Manangón con documento de identificación No. 1752750834 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: “optimización del rendimiento de la mini cargadora XCMG, modelo XC740K, de la carrera de ingeniería automotriz, mediante la implementación de estrategias integrales de mantenimiento preventivo”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Automotriz, 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

Quito, 02 de agosto del año 2024

Atentamente,



Daniel Sebastián Ayala Manangón

1752750834

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Diego Andrés Duque Sarmiento con documento de identificación N° 1900611003, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA MINI CARGADORA XCMG, MODELO XC740K, DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS INTEGRALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, realizado por Daniel Sebastián Ayala Manangón con documento de identificación N° 1752750834, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 02 de agosto del año 2024

Atentamente,



Ing. Diego Andrés Duque Sarmiento, MSc.

1900611003

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mis padres, por su apoyo y esfuerzo incondicional. Son mi pilar, mi lugar seguro y mi fuente interminable de conocimientos, sabiduría y amor. A mis hermanos, por su constante ayuda y enseñanzas. Ellos me han demostrado que el verdadero conocimiento no solo se mide por la calidad de ser humano que eres, sino que se enriquece con el corazón y el alma.

Daniel Ayala

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a Dios por estar conmigo durante toda mi vida, por cuidarme y darme fortaleza en los momentos más difíciles de mi carrera, por protegerme y permitirme llegar sano y salvo a cualquier lugar, por darme vida y la oportunidad de disfrutar cada maravillosa etapa de mi formación profesional.

A la Universidad Politécnica Salesiana, por abrirme sus grandes puertas y brindarme la oportunidad de estudiar esta maravillosa carrera, formándome con calidad, paciencia y espíritu Salesiano. A mis docentes, por su paciencia y entrega, y a mis compañeros de grupo, por su ayuda y apoyo en cada nivel.

Al laboratorio de Ingeniería Automotriz y sus laboratoristas, por su constante apoyo durante mi formación profesional, y al laboratorio de Metalografía de Ingeniería Mecánica, cuyo equipo de alta calidad hizo posible la realización de este proyecto.

A mi tutor, MSc. Diego Duque, por su paciencia y dedicación durante toda la realización de este proyecto, por sus valiosos conocimientos y por sus ánimos constantes que me impulsaron a seguir adelante en cada etapa de este trabajo.

Daniel Ayala

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMA.....	2
ANTECEDENTES	4
OBJETIVOS	6
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos	6
MACO TEÓRICO	7
CAPÍTULO I	20
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LOS SISTEMAS PRESENTES EN EL EQUIPO	20
1.1. Mapeo General del exterior del equipo.....	20
1.2. Sistema de Traslación	25
1.2.1. Funcionamiento del Sistema de Traslación.....	27
1.3. Sistema Hidráulico.....	28
1.3.1. Funcionamiento del Sistema Hidráulico.....	29
1.4. Sistema Eléctrico	37
1.4.1. Funcionamiento del Sistema Eléctrico.....	37
1.5. Sistema de Refrigeración	45
1.5.1. Funcionamiento del Sistema de Refrigeración	45
1.6. Sistema de Lubricación.....	48
1.6.1. Funcionamiento del Sistema de Lubricación.....	49
1.7. Sistema de Alimentación de Aire y Escape.....	50
1.7.1. Funcionamiento del Sistema de Alimentación de Aire	50
1.8.1. Funcionamiento del Sistema de Alimentación de Combustible	53
1.8. Sistema de Seguridad.....	55
1.9.1. Cabina de Protección y Visibilidad:.....	55
1.9.2. Etiquetas de Advertencia y Barreras de Seguridad:.....	56

1.9.3.	Sistema de Retención del Operador:.....	62
1.9.4.	Controles de Bloqueo de Seguridad:.....	62
1.9.5.	Alarmas y Señalización:	62
CAPÍTULO II.....		63
PLAN DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.....		63
2.1.	Introducción al Plan de Mantenimiento.....	63
2.1.1.	Mantenimiento según las Horas de Operación	63
2.1.2.	Importancia del Plan de Mantenimiento en el Contexto Académico.....	64
2.2.	Optimización del Plan de Mantenimiento en Base al Método TPM	66
CAPÍTULO III.....		69
DISEÑO DE DOCUMENTACIÓN DE EVALUACIÓN Y CONTROL		69
4.1.	Componentes de la Documentación de Evaluación y Control.....	69
4.1.1.	Modelo de Check List.....	69
4.1.2.	Integración del TPM en el Diseño de la Documentación de Evaluación y Control 71	
4.1.3.	Consideraciones del Personal	72
4.1.4.	Importancia de la Aplicación	72
CAPÍTULO IV.....		73
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....		73
5.1.	Consideraciones De seguridad Industrial.....	73
5.1.1.	Normativa NTE INEN-ISO 45001:2018 de Seguridad y Salud Ocupacional.....	73
5.2.	Optimización de Procesos Preventivos Mediante el Control del Horómetro del Equipo 75	
5.3.	Importancia del TPM en los Procesos de Mantenimiento	76
5.4.	Consideraciones Logísticas.....	77
5.5.	Manual de Procedimientos de Mantenimiento Preventivo	78
5.5.1.	Mantenimiento de 10 horas.....	80
5.5.2.	Mantenimiento de 50 horas.....	94
5.5.3.	Mantenimiento 250 horas	103
5.5.4.	Mantenimiento de 500 horas.....	120

5.5.5.	Mantenimiento de 1000 horas.....	126
5.5.6.	Mantenimiento de 2000 horas.....	138
5.5.7.	Guía de uso básico Instrumentos de seguridad industrial, manipulación y gestión de residuos.	143
CAPÍTULO V.....		146
ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE MANO DE OBRA Y REPUESTOS PARA MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE MAQUINARIA PESADA EN EL MERCADO ECUATORIANO		146
5.1.	Análisis de Costos de Mano de Obra.....	146
5.2.	Optimización de Procesos Logísticos en la Adquisición de Repuestos.....	147
5.3.	Estimación de Costos en Función de Cada Mantenimiento Establecido en el Cronograma.....	148
5.3.1.	Análisis Comparativo de Costos por Intervalos de Mantenimiento:	150
5.3.2.	Análisis comparativo de Costos de Mantenimiento.....	151
5.4.	Análisis "Costo vs Hora de Mantenimiento"	152
5.4.1.	Empresa A (DITECA S.A.):.....	153
5.4.2.	Empresa B (Técnicos Independientes):	153
5.4.3.	Empresa C (INCIV):.....	154
CAPÍTULO VI.....		155
ANÁLISIS DE ELEMENTOS FILTRANTES DE ALTA CALIDAD Y DE BAJA CALIDAD DISTRIBUIDOS EN EL MERCADO ECUATORIANO.		155
6.1.	Metodología del Análisis	155
6.2.	Resultados del Análisis	156
6.3.	Desafíos en la Adquisición de Filtros	156
6.4.	Análisis Comparativo de Filtros de Alta y Baja Gama	158
6.4.1.	Filtro de Combustible	158
6.4.2.	Filtro de Aceite Motor.....	160
6.4.3.	Filtros de Aire	162
6.4.4.	Filtro Hidráulico.....	166
6.5.	Análisis de Resultados	168

6.5.1. Recomendaciones para la Adquisición de Filtros	170
CONCLUSIONES	171
RECOMENDACIONES.....	172
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	173
ANEXOS	175

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas	3
Figura 2. Flujograma Estrategias de Mantenimiento Integral	9
Figura 3. Metodología TPM Aplicada a Maquinaria Pesada	10
Figura 4. Aprovechamiento de un Manual de Mantenimiento Preventivo.	11
Figura 5. Secuencia para el Diseño de un Cronograma de Mantenimiento.	12
Figura 6. Consideraciones para el Diseño de Check List.	14
Figura 7. Apreciación de Normativas de Seguridad y Salud Ocupacional.	16
Figura 8. Secuencia de Operaciones Logísticas en Adquisición de Repuestos.	17
Figura 9. Secuencia de evaluación y control de calidad en repuestos de mantenimiento.	19
Figura 10. Mapa exterior del equipo en vista de alzado	20
Figura 11. Mapa exterior del equipo en vista posterior lateral	21
Figura 12. Mapa de la cabina en vista frontal.....	22
Figura 13. Mapa interior de la cabina en vista inferior del operador.....	23
Figura 14. Mapa interior de la cabina en vista superior del operador.....	23
Figura 15. Mapa interior de la cabina en vista derecha del operador	24
Figura 16. Mapa interior de la cabina en vista izquierda del operador.....	24
Figura 17. Mapa interior de la cabina en vista superior derecha del operador	25
Figura 18. Cadena de traslación lubricada por aceite	25
Figura 19. Componentes del sistema de traslación.....	26
Figura 20. Funcionamiento del circuito de traslación hidráulico	28
Figura 21. Funcionamiento del circuito del sistema hidráulico	29
Figura 22. Componentes del sistema de control hidráulico.....	30
Figura 23. Vista frontal del reservorio hidráulico	32
Figura 24. Vista superior del reservorio hidráulico.....	32

Figura 25. Cuerpo de válvulas	33
Figura 26. Cilindro hidráulico.....	34
Figura 27. Motor hidrostático	35
Figura 28. Filtro elemento retorno hidráulico.....	35
Figura 29. Filtro elemento respiradero hidráulico	36
Figura 30. Sistema de refrigeración hidráulico.....	36
Figura 31. Batería del equipo.....	37
Figura 32. Alternador	38
Figura 33. Motor de Arranque	38
Figura 34. Panel de control.	39
Figura 35. Caja de fusibles y relés	42
Figura 36. Sistema de iluminación de la máquina	43
Figura 37. Sistema de refrigeración	45
Figura 38. Circuito de refrigeración en un Motor de Combustión Interna	46
Figura 39. Circuito de enfriamiento del sistema hidráulico.....	47
Figura 40. Sistema de lubricación en un motor de combustión interna.....	48
Figura 41. Sistema de alimentación de aire y escape.....	50
Figura 42. Filtro de aire primario.....	51
Figura 43. Filtro de aire secundario	51
Figura 44. Silenciador del equipo	52
Figura 45. Circuito de inyección Common Rail	53
Figura 46. Plan de Mantenimiento Mini Cargadora XCMG XC740K.....	65
Figura 47. Consideraciones para Aplicación del Método TPM en el Plan de Mantenimiento	68
Figura 48. Check list del Equipo.....	70

Figura 49. Ciclo de beneficios de la Documentación de Evaluación y Control considerando el método TPM	72
Figura 50. Ciclo logístico aplicado al manual de procedimientos de mantenimiento preventivo	78
Figura 51. Costos de mantenimiento	149
Figura 52. Costo vs Hora de Mantenimiento	152
Figura 53. Gráfica comparativa filtros de combustible	159
Figura 54. Gráfica comparativa filtros de aceite motor	161
Figura 55. Gráfica comparativa filtros de aire primarios.....	163
Figura 56. Gráfica comparativa filtros de aire secundarios	164
Figura 57. Gráfica comparativa filtros hidráulicos	167
Figura 58. Análisis comparativo de filtros de alta y baja gama	168

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Partes del sistema hidráulico de traslación	26
Tabla 2. Partes del sistema control hidráulico	30
Tabla 3. Actuadores presentes en el cuerpo de válvulas	33
Tabla 4. Luces testigo presentes en el equipo	39
Tabla 5. Conjunto de relés de la máquina	42
Tabla 6. Conjunto de fusibles de la máquina	43
Tabla 7. Distribución de etiquetas en función del color.....	56
Tabla 8. Identificación de etiquetas informativas	56
Tabla 9. Identificación de etiquetas de precaución	58
Tabla 10. Identificación de etiquetas peligro inminente	60
Tabla 11. Identificación de etiquetas de peligro específico	61
Tabla 12. Beneficios de un Check list.....	71
Tabla 13. Beneficios de un manual de procedimientos basado en el método TPM.....	76
Tabla 14. Inspección de neumáticos (10 horas).....	80
Tabla 15. Verificación del estado de las tapas de las cadenas de traslación (10 horas)	81
Tabla 16. Inspección del sistema hidráulico y nivel del fluido. (10 horas)	82
Tabla 17. Verificar conexiones eléctricas y estado de batería (10 horas)	86
Tabla 18. Inspección del sistema de refrigeración y nivel de refrigerante (10 horas)	87
Tabla 19. Inspección del sistema de lubricación del motor (10 horas).....	88
Tabla 20. Limpieza del depósito y filtro de aire. (10 horas).....	89
Tabla 21. Inspeccionar el nivel de combustible y estado del filtro del tanque (10 horas)	91
Tabla 22. Inspección del sistema de seguridad (10 horas).....	93
Tabla 23. Inspección semanal del sistema de traslación e hidráulico (50 horas).....	94
Tabla 24. Evaluación sistema eléctrico	96

Tabla 25. Sistema de refrigeración.....	98
Tabla 26. Sistema de lubricación	99
Tabla 27. Inspección de la estructura soldadura del silenciador de escape.....	100
Tabla 28. Sistema de alimentación de combustible y etiquetas de seguridad.....	102
Tabla 29. Evaluación de las cadenas de traslación	103
Tabla 30. Mantenimiento del depósito hidráulico.....	106
Tabla 31. Presiones sistema hidráulico e hidrostático.	108
Tabla 32. Cambio de filtro y aceite motor	112
Tabla 33. Reemplazos de filtros de aire motor	116
Tabla 34. Cambio de filtros de combustible y lubricación de bomba de transferencia.	118
Tabla 35. Inspección elementos de filtrado del sistema hidráulico.....	120
Tabla 36. Evaluación de componentes eléctricos, de actuadores de seguridad y mantenimiento de batería.....	123
Tabla 37. Mantenimiento Integral del sistema de traslación.....	126
Tabla 38. Reemplazo de filtros presentes en el sistema hidráulico.....	129
Tabla 39. Reemplazo de bujía de precalentamiento.....	131
Tabla 40. Limpieza del sistema de refrigeración.	132
Tabla 41. Mantenimiento integral del sistema de alimentación de combustible	134
Tabla 42. Capitulación de todos los mantenimientos realizados a lo largo de todo el plan de mantenimiento.....	138
Tabla 43. Consideraciones de Seguridad y Salud Ocupacional para mantenimientos preventivos.	143
Tabla 44. Análisis comparativo Filtros de Combustible	158
Tabla 45. Análisis comparativo Filtros Aceite Motor	160
Tabla 46. Análisis comparativo Filtros de aire primarios	162
Tabla 47. Análisis comparativo Filtros de aire secundarios.....	164

Tabla 48. Análisis comparativo Filtros hidráulicos.....	166
Tabla 49. Datos Técnicos y Consideraciones para Filtros	169
Tabla 50. Ventajas y Desventajas de Usar Filtros de Alta y Baja Gama.....	170

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha Técnica del Equipo	175
Anexo 2. Interfaz del Plan de Mantenimiento	176
Anexo 3. Check List del Equipo	177
Anexo 4. Interfaz de Costos de Suministros y Mano de Obra para Mantenimientos Preventivos	178
Anexo 5. Facturas y Proformas.....	179
Anexo 6. Análisis de Elementos Filtrantes con el uso de ImageJ.....	180
Anexo 7. Análisis de Resultados en Matlab.....	180

RESUMEN

El presente proyecto, titulado "Optimización del rendimiento de la mini cargadora XCMG, modelo XC740K, de la carrera de ingeniería automotriz, mediante la implementación de estrategias integrales de mantenimiento preventivo", se enfoca en mejorar la eficiencia y durabilidad de la maquinaria pesada en el ámbito educativo. La mini cargadora XCMG XC740K, adquirida en 2023 por la Universidad Politécnica Salesiana, se utiliza en la asignatura de Maquinaria Pesada y Sistemas de Inyección Diésel para brindar formación teórica y práctica a los estudiantes.

El objetivo principal es implementar un plan de mantenimiento preventivo basado en la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para garantizar la operatividad continua de la mini cargadora, reducir los tiempos de inactividad y minimizar los riesgos laborales. Los objetivos específicos incluyen la elaboración de un manual de mantenimiento preventivo, un análisis de costos del servicio, la adquisición de repuestos, y la demostración de la importancia de usar repuestos de calidad.

La metodología del proyecto se basó en un análisis exhaustivo cualitativo y cuantitativo. Se partió desde una revisión y diagnóstico del estado actual de la maquinaria, seguido de la implementación de un plan de mantenimiento estructurado, diseñado según las recomendaciones del fabricante y las mejores prácticas en mantenimiento preventivo.

El análisis comparativo de filtros de alta y baja gama, utilizando herramientas como ImageJ y MATLAB, demostró la superioridad de los filtros de alta gama en capacidad de filtrado y durabilidad. Estos filtros mostraron una estructura superior, permitiendo una vida útil prolongada y mejor desempeño en la protección de sistemas críticos de la máquina, como el sistema hidráulico, el sistema de lubricación del motor, admisión de aire y alimentación de combustible.

Este proyecto demuestra que prácticas de mantenimiento preventivo bien estructuradas y el uso de componentes de calidad son esenciales para mantener la operatividad y eficiencia de la maquinaria en el ámbito académico, proporcionando una formación completa y de calidad a los estudiantes de ingeniería automotriz.

Palabras Claves: Optimización del rendimiento, mantenimiento productivo total, análisis de costos, componentes de calidad.

ABSTRACT

The present project, titled "Optimization of the performance of the XCMG mini loader, model XC740K, from the automotive engineering program, through the implementation of comprehensive preventive maintenance strategies," focuses on improving the efficiency and durability of heavy machinery in the educational field. The XCMG XC740K mini loader, acquired in 2023 by Universidad Politecnica Salesiana, is used in the Heavy Machinery and Diesel Injection Systems course to provide students with both theoretical and practical training.

The main objective is to implement a preventive maintenance plan based on the Total Productive Maintenance (TPM) methodology to ensure the continuous operability of the mini loader, reduce downtime, and minimize occupational hazards. Specific objectives include the development of a preventive maintenance manual, a cost analysis of the service, the acquisition of spare parts, and demonstrating the importance of using quality spare parts.

The project methodology was based on an exhaustive qualitative and quantitative analysis. It began with a review and diagnosis of the current state of the machinery, followed by the implementation of a structured maintenance plan, designed according to the manufacturer's recommendations and best practices in preventive maintenance.

The comparative analysis of high and low-end filters, using tools such as ImageJ and MATLAB, demonstrated the superiority of high-end filters in terms of filtering capacity and durability. These filters showed a superior structure, allowing for prolonged service life and better performance in protecting critical systems of the machine, such as the hydraulic system, the engine lubrication system, air intake, and fuel supply.

This project demonstrates that well-structured preventive maintenance practices and the use of quality components are essential to maintain the operability and efficiency of machinery in an academic environment, providing complete and high-quality training to automotive engineering students.

Keywords: Performance optimization, total productive maintenance, cost analysis, quality components.

INTRODUCCIÓN

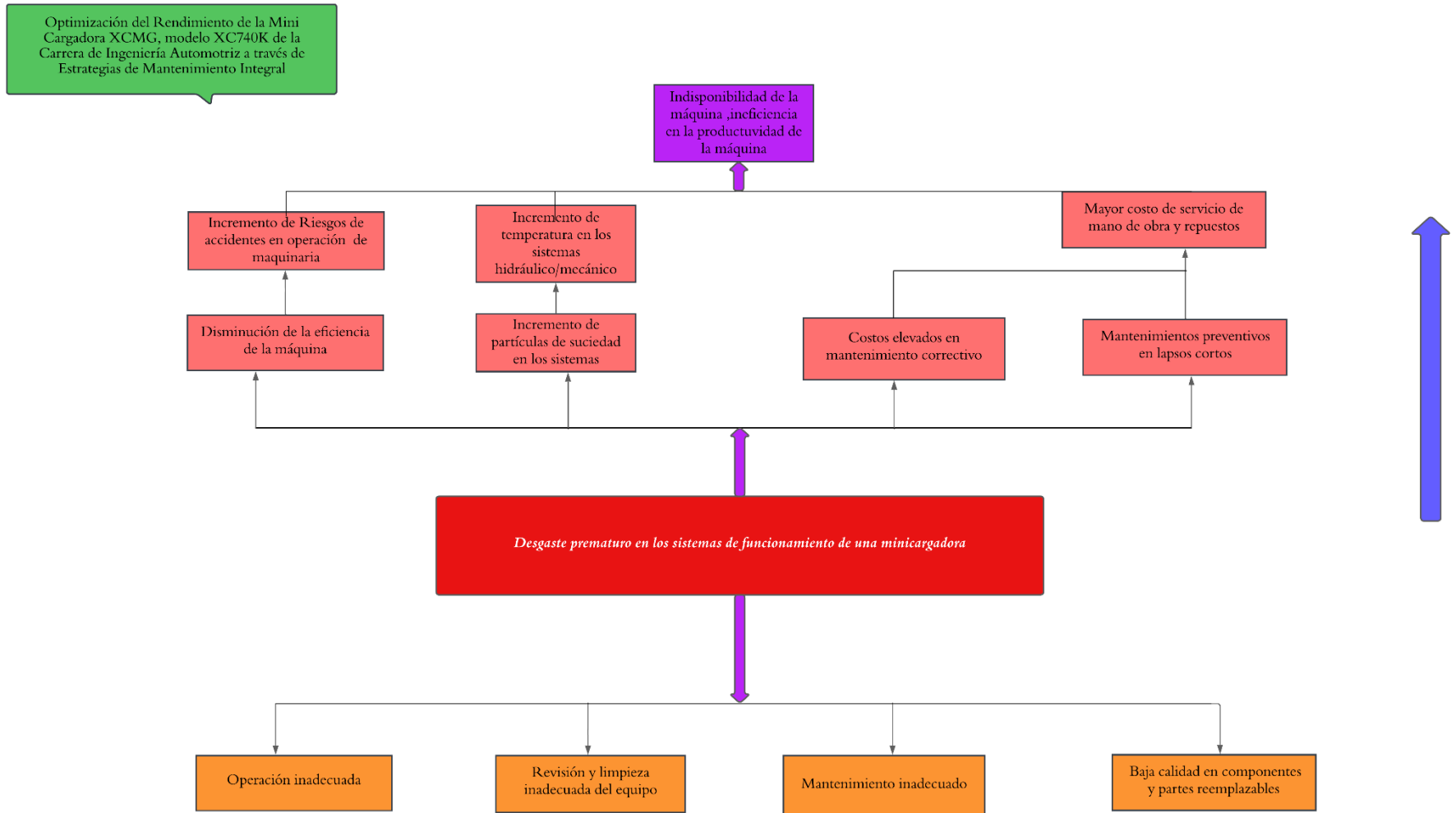
La Universidad Politécnica Salesiana, busca mejorar su eficiencia y durabilidad mediante un plan de mantenimiento preventivo con base a la modelo de Mantenimiento Productivo Total (TPM). El proyecto incluye la elaboración de un manual de mantenimiento, análisis de costos y adquisición de repuestos de alta calidad. Utilizando análisis cualitativo y cuantitativo, se realizó un diagnóstico inicial de la máquina y se implementó un plan de mantenimiento conforme a las mejores prácticas y recomendaciones del fabricante. Los resultados demostraron que los filtros de alta gama, evaluados con herramientas como ImageJ y MATLAB, ofrecen mejor capacidad de filtrado y durabilidad. La implementación de estas estrategias y el uso de componentes de calidad son esenciales para asegurar la operatividad continua de la mini cargadora y proporcionar una formación completa a los estudiantes de ingeniería automotriz.

PROBLEMA

La carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana, situada en el Distrito Metropolitano de Quito, campus Sur posee equipos de alto impacto académico y costo elevado, dentro de estos se encuentra la mini cargadora marca XCMG, modelo XC740K, equipo adquirido en el año 2023 y usado para el desarrollo académico de los estudiantes en el curso de Maquinaria Pesada y Sistemas de Inyección Diésel en octavo ciclo según lo establecido en cronograma de estudio. Actualmente, este equipo no cuenta con un manual de procedimientos para el mantenimiento preventivo integral, lo cual afecta directamente a la vida útil del equipo, generando un desgaste prematuro en los diferentes sistemas de funcionamiento y repercutiendo en la eficiencia de la máquina y su utilidad académica.

Como se puede observar en la figura 1, el árbol de problemas muestra de manera lineal el desarrollo de la problemática que presenta el equipo a corto plazo, al no considerar mantenimientos preventivos de forma sistemática y metodológica.

Figura 1. *Árbol de problemas*



ANTECEDENTES

Se han identificado los siguientes problemas de estudio:

Inadecuada inspección y limpieza de la máquina: Al no tener una periodicidad de control establecida, prematuramente pueden presentarse fallas en los sistemas de alimentación de aire, combustible e hidráulico, debido al incremento de partículas de suciedad como polvo, polen, arena, agua, etc. Estas impurezas ingresan a los sistemas, generan desgaste de elementos internos y aumento de temperatura.

Mantenimiento inadecuado: Los mantenimientos realizados en el equipo son esporádicos, es decir, no existe una planificación previa para monitorizarlo y mantenerlo, lo que puede ser perjudicial al no tomar en cuenta problemas que afectarán al equipo a corto plazo.

Baja calidad en componentes y partes reemplazables: La utilización de repuestos de baja calidad en el mantenimiento preventivo puede resultar en un rendimiento deficiente de la máquina o incluso en daños adicionales a mediano y largo plazo.

Importancia y alcances

La Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana, ubicada en el campus Sur del Distrito Metropolitano de Quito, ha invertido en equipos de alta calidad y costo elevado para el área académica. Esto con el fin de brindar a los estudiantes un desarrollo técnico de excelencia, complementando la teoría y la práctica de manera eficiente. Uno de estos equipos es la Mini Cargadora XCMG, modelo XC740K, destinada para el desarrollo académico de la asignatura de Maquinaria Pesada y Sistemas de Inyección Diésel. Este equipo permite a los estudiantes comprender el funcionamiento de los elementos mecánicos y sistemas que lo componen, con un enfoque principal en los sistemas hidráulicos y mecánicos. Además, cuenta con diversos accesorios hidráulicos, como un cucharón (estándar) tipo balde, un brazo de retroexcavadora, un martillo hidráulico y una barredora, los cuales se utilizan dependiendo del trabajo a realizar. La Mini Cargadora XCMG brinda a los estudiantes la oportunidad de adquirir experiencia práctica en el uso, manejo, operación y mantenimiento de maquinaria pesada, complementando así su formación teórica en esta área fundamental de la ingeniería automotriz.

Delimitación del problema

La ejecución de estrategias integrales de mantenimiento preventivo para la Mini Cargadora XCMG, modelo XC740K, beneficiará a la Carrera de Ingeniería Automotriz, permitiendo a estudiantes y docentes contar con un equipo en óptimas condiciones para sus actividades académicas y prácticas con maquinaria pesada. Los técnicos y personal de mantenimiento dispondrán de un manual detallado que optimizará la ejecución de tareas preventivas. Además, se garantiza la disponibilidad, seguridad, rendimiento y vida útil prolongada de la Mini Cargadora, asegurando su operatividad constante para fines educativos a largo plazo y permitiendo a los estudiantes adquirir sólidos conocimientos a partir de la ingeniería de mantenimiento aplicada a la maquinaria pesada.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Mejorar el rendimiento operativo de la Mini Cargadora XCMG, modelo XC740K, dentro de la Carrera de Ingeniería Automotriz, mediante la implementación de estrategias integrales de mantenimiento preventivo.

Objetivos específicos

- Elaborar un manual de procedimientos para el mantenimiento preventivo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la Mini Cargadora XCMG, con el fin de garantizar un funcionamiento óptimo y prolongar la vida útil del equipo.
- Realizar un costeo asociado al servicio y la adquisición de repuestos necesarios para el mantenimiento durante las primeras 2000 horas de operación de la Mini Cargadora, con el propósito de planificar los recursos financieros.
- Demostrar la importancia de utilizar repuestos de calidad a través de una comparativa de repuestos de gama alta y gama baja en el mercado ecuatoriano.

MACO TEÓRICO

En el siglo XX, las máquinas se encontraban en diferentes áreas de aplicación, además de contar con características las cuales serían destinadas a varios trabajos en zonas específicas como la construcción, minería, agricultura, entre otros. El avance de la maquinaria pesada cumple con las características de optimizar los trabajos que inicialmente eran realizados por humanos o animales con amplias jornadas de trabajo; al implementar máquinas a las distintas áreas de aplicación en la industria, se obtenían grandes beneficios como: optimización en los trabajos a realizar, disminución de costos, aumento de plazas laborales en el área técnica, desarrollo tecnológico en la industria automotriz, avance significativo en áreas de gran influencia económica, los cuales son las bases para el desarrollo de una sociedad. (León Losada, 2022)

Debido a la alta demanda en la industria de la construcción para la realización de obras en la ingeniería, cada vez se requerían máquinas específicas para la realización de trabajos como la demolición, carga y descarga de materiales entre otros. Enfocándose en requerir equipos los cuales puedan trabajar en espacios reducidos de manera óptima y pudiéndose acoplar a accesorios que se requieran para un trabajo en específico como martillo hidráulico, barredora entre otros, llegando a desarrollar la Mini Cargadora, con funcionamiento de una bomba hidráulica que toma el movimiento mecánico del motor de combustión, con el propósito de mover al fluido, generando movimientos hacia los accesorios de la máquina. (Almaraz, 2023)

Durante el funcionamiento de un equipo caminero, es importante considerar las necesidades del equipo que se presentan tras las horas de operación, los cuales deben ser controlados por el operador partiendo desde las revisiones previas al funcionamiento del equipo, detectando posibles averías y definiendo el tiempo que deben realizarse mantenimientos preventivos. Por este motivo, el fabricante recomienda llevar un plan de mantenimiento desde las cero horas.

Al instante en el que una entidad adquiere una máquina, requiere estrategias de mantenimiento integral, con el fin de buscar alternativas que puedan optimizar el funcionamiento, garantizar su operatividad y disminuir el desgaste de sus sistemas, prolongando la durabilidad del equipo. Por lo tanto, es importante recurrir a manuales de procesos de mantenimiento que deben contar con las siguientes características:

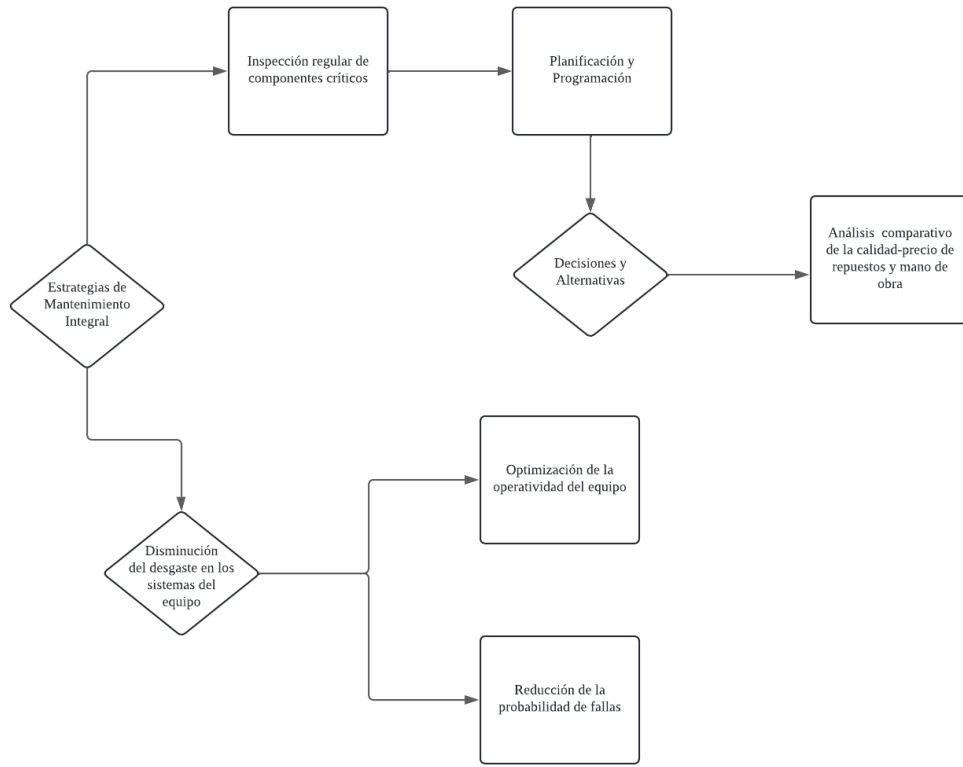
Estrategias de Mantenimiento Integral:

Según (Solís Meza & Torres Rodríguez, 2021) , las estrategias de mantenimiento integral implican la toma de decisiones y alternativas para que el equipo pueda operar de manera óptima, tomando como objetivo primordial la disminución del desgaste en sus sistemas, en función de optimizar la operatividad del equipo, disminuyendo la probabilidad de fallas, considerando el estudio de la calidad y precio de los repuestos en el mercado destinados para mantenimientos preventivos.

Las estrategias de mantenimiento implicadas para la optimización de un equipo son las siguientes:

- Mantenimiento preventivo en función de cronogramas.
- Implementación de la Metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total).
- Consideraciones de normativas en salud y seguridad para técnicos que vayan a realizar mantenimientos.
- Implementación de un manual detallado de procedimientos de mantenimiento por cada sistema presente en el equipo.
- Uso de estrategias predictivas basadas en diagnósticos por inspecciones visuales.
- Mejora continua y actualización de datos en la documentación de Evaluación y Control.
- Gestión logística eficiente en la adquisición de repuestos.
- Información técnica de la calidad de repuestos distribuidos en el territorio ecuatoriano.

Figura 2. *Flujograma Estrategias de Mantenimiento Integral*



Orden el cual debe considerarse para realizar mantenimientos preventivos en maquinaria pesada.
Fuente: Daniel Ayala.

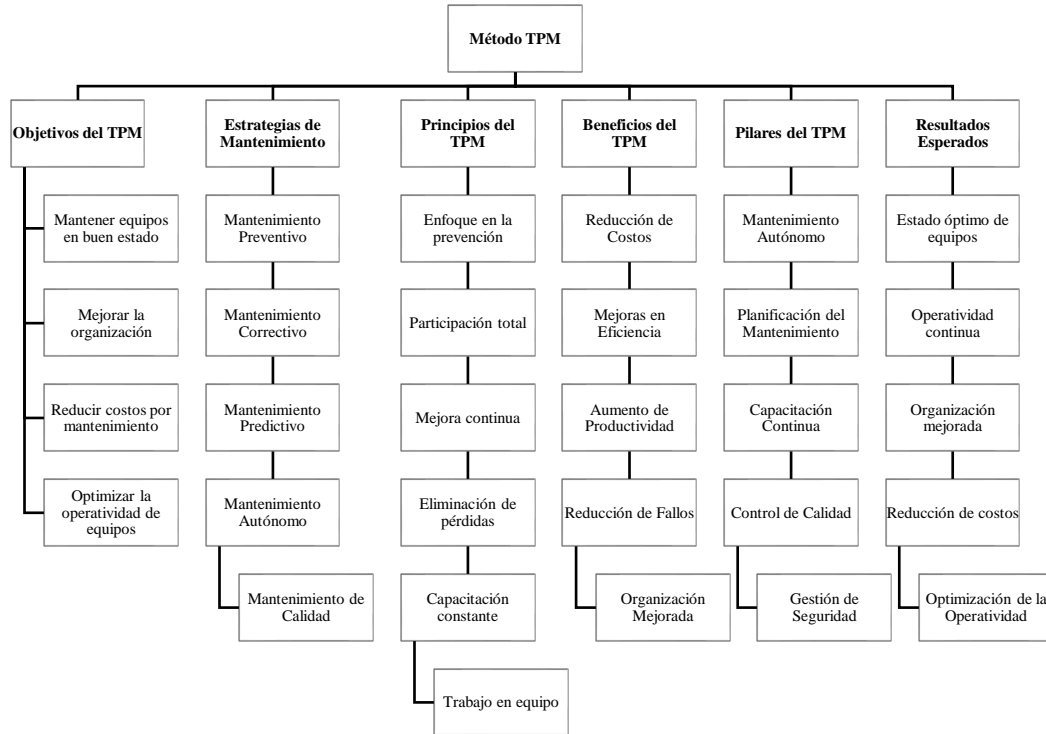
En la figura 2, se muestra un diagrama de flujo de mantenimiento para la Mini Cargadora XCMG XC740K incluye pasos esenciales para mantener el equipo: reducir el desgaste mediante inspecciones y ajustes regulares, evaluar repuestos y seleccionar proveedores, planificar y realizar mantenimiento preventivo, y monitorear el desempeño para hacer ajustes necesarios. Esto garantiza una operación eficiente y prolonga la duración de vida útil del equipo.

Método TPM:

El método de Mantenimiento Productivo Total (TPM), es un método diseñado por la empresa japonesa JPIM (Japan Institute of Plan Maintenace), el cual busca mantener en buen estado a los equipos presentes en una institución a través de estrategias de mantenimiento integral que se apliquen con el fin de mantener la operatividad sin averías en una máquina, mejorando la

organización dentro de la industria, disminución de costos por mantenimiento y optimizando la operatividad de los equipos. (De la Cruz Chamba, 2022)

Figura 3. Metodología TPM Aplicada a Maquinaria Pesada



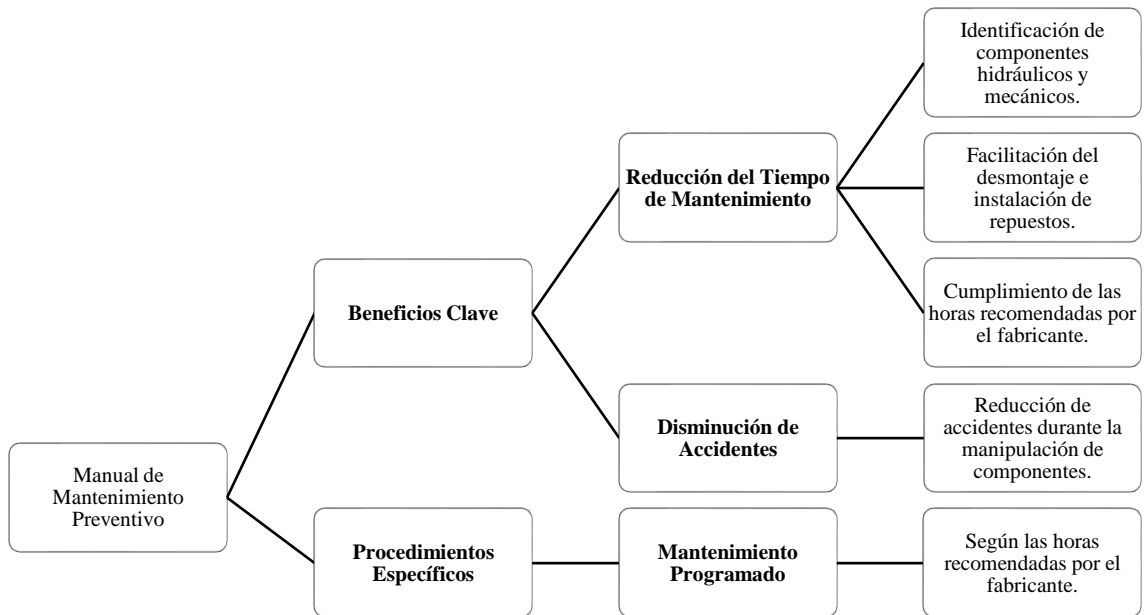
Metodología del TPM considerada en maquinaria pesada. Fuente: Daniel Ayala.

Como se puede observar en la figura 3, al aplicar el método de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en maquinaria pesada es crucial para asegurar su fiabilidad y minimizar tiempos de inactividad. Este enfoque capacita a los operadores para realizar mantenimientos básicos y detectar problemas tempranamente, previniendo fallos mayores. Fomenta la colaboración entre técnicos y operadores, creando un ambiente de trabajo más eficiente. Además, TPM se enfoca en la mejora continua y en la eliminación de pérdidas económicas en base a daños que requieran reemplazos de componentes esenciales de cada sistema del equipo, lo que extiende la vida útil de los equipos e incrementa la seguridad.

Manual de Procedimientos para Mantenimientos Preventivos:

Un manual de procedimientos enfocado en mantenimientos preventivos es esencial para garantizar un orden y control eficaz en los trabajos, inspecciones, limpiezas y diagnóstico dentro de los sistemas de una máquina. Este tipo de manual busca reducir el tiempo necesario para realizar mantenimientos al identificar componentes hidráulicos y mecánicos, facilitando el desmontaje e instalación de repuestos según las horas recomendadas por el fabricante. Además, busca disminuir la probabilidad de accidentes durante la manipulación de los componentes de la máquina. (Flores Delgado & Chuquipoma Flores, 2021)

Figura 4. *Aprovechamiento de un Manual de Mantenimiento Preventivo.*



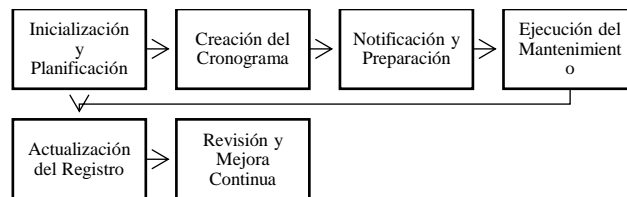
Importancia de la aplicación de un manual de procedimientos para mantenimiento preventivo en Maquinaria Pesada. Fuente: Daniel Ayala.

Como se observa en la figura 4, al contar con un manual de procedimientos integrales para el mantenimiento preventivo de maquinaria pesada ofrece varias ventajas. Permite realizar tareas de manera ordenada y sistemática, reduciendo el tiempo para detectar y solucionar problemas, mejorando así el rendimiento y extendiendo la vida útil de la maquinaria al asegurar el mantenimiento adecuado de cada componente en el momento correcto.

Cronogramas de Mantenimientos:

Esta planificación es destinada para llevar el control de los mantenimientos recomendados por el fabricante en función del horómetro de una máquina. Dentro de estos cronogramas de mantenimiento se consideran horajes en dónde el equipo debe detener su operación, con la finalidad de cumplir con los planes de mantenimiento recomendados. (Flores Delgado & Chuquipoma Flores, 2021)

Figura 5. *Secuencia para el Diseño de un Cronograma de Mantenimiento.*



Orden secuencial considerado para el diseño y ejecución de un cronograma de mantenimiento preventivo en Maquinaria pesada. Fuente: Daniel Ayala.

- **Inicialización y Planificación:** Comienza con la recopilación de información del fabricante y el horómetro del equipo.
- **Creación del Cronograma:** Establece fechas tentativas considerando los períodos de baja operación en función del horómetro del equipo.
- **Notificación y Preparación:** Informa al personal encargado y asegura la disponibilidad de recursos (filtrería, suministros y accesorios).
- **Ejecución del Mantenimiento:** Realiza las actividades de mantenimiento y registro de novedades.

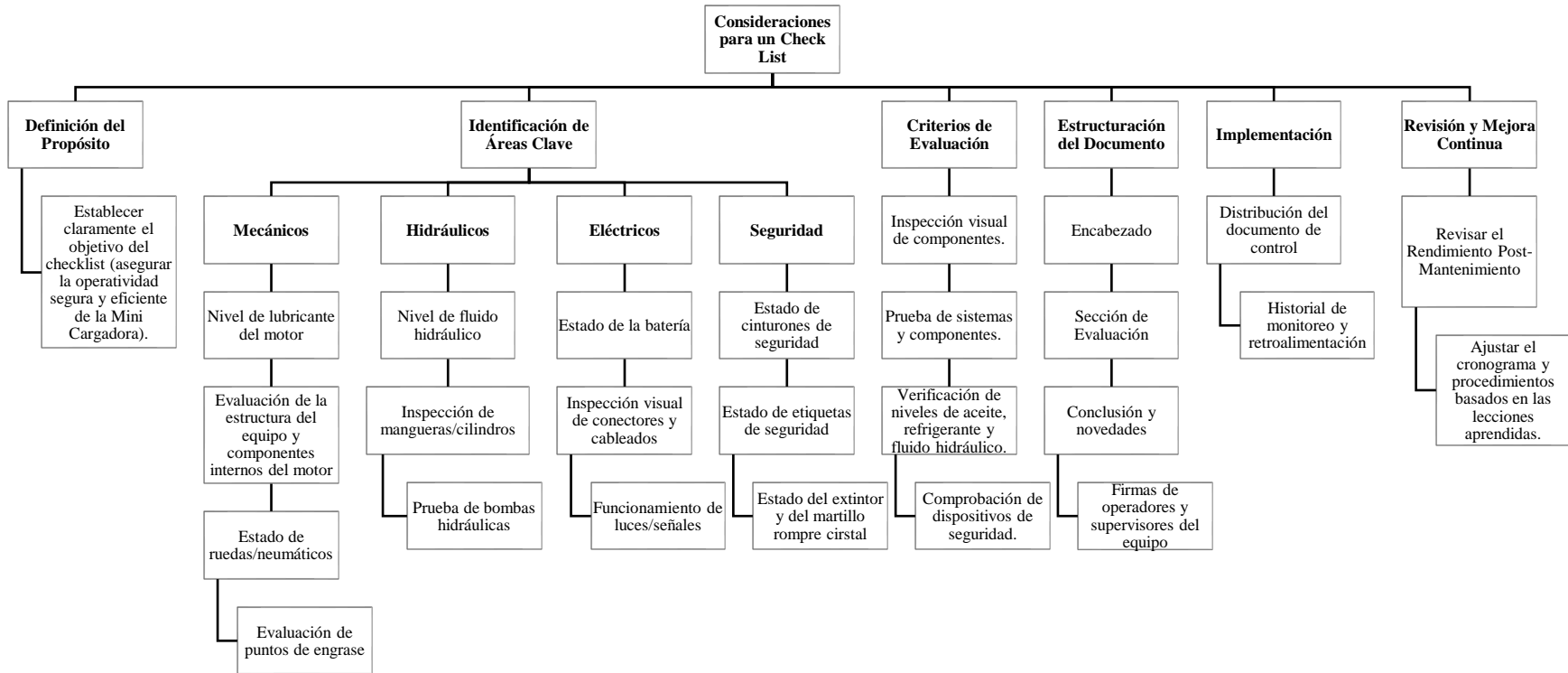
- **Actualización del Registro:** Actualiza los registros con los detalles de las tareas ejecutadas.
- **Revisión y Mejora Continua:** Revisa el rendimiento post-mantenimiento e implementa mejoras para futuros cronogramas.

El propósito de un plan de mantenimiento eficiente para profesores, laboratoristas y estudiantes de ingeniería automotriz es asegurar el mantenimiento sistemático y efectivo del equipo, garantizando su operatividad y seguridad, facilitando el aprendizaje práctico, y promoviendo una cultura de mantenimiento preventivo y mejora continua.

Documentación de Evaluación y Control:

Esta documentación está destinada para la evaluación y control de un equipo antes y después de su uso, además es esencial su uso para identificar posibles fallas que pueden evolucionar a graves problemas dentro de los sistemas presentes en la máquina, asimismo al identificarlas a tiempo, los costos y procesos de mantenimiento correctivo, van a ser menores, garantizando la operatividad de la máquina. (Párraga Alvarado, 2023)

Figura 6. Consideraciones para el Diseño de Check List.



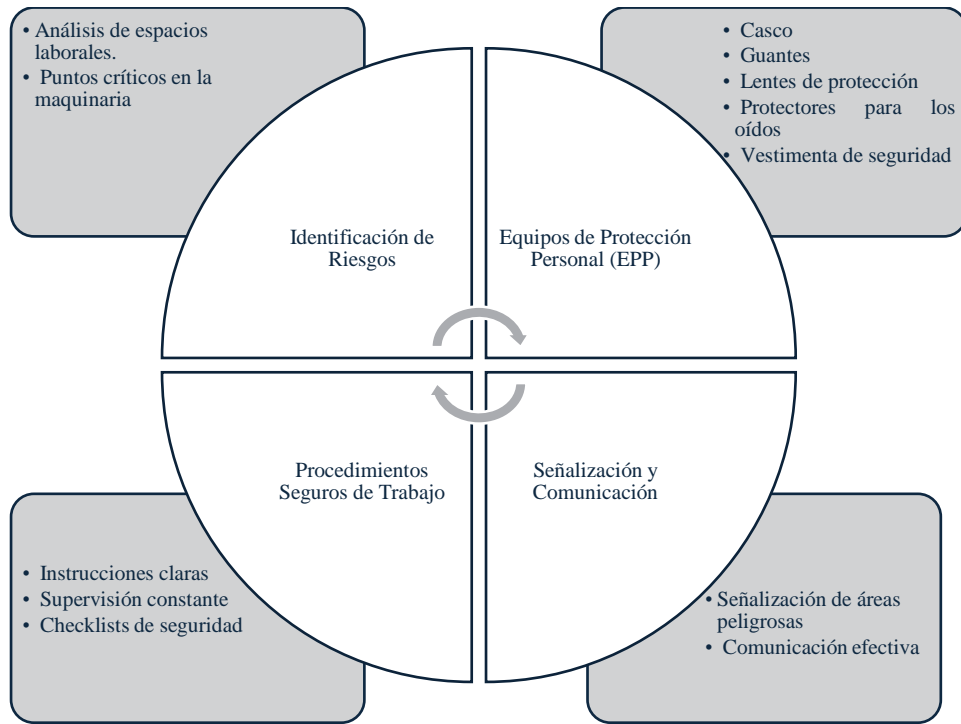
Consideraciones para la elaboración de documentación de evaluación y control previa operación de maquinaria. Fuente: Daniel Ayala.

Normas de Seguridad Industrial:

Estas normativas se implementan para realizar mantenimientos dentro de un equipo industrial. El uso de normativas tiene como objetivo proteger en las actividades realizadas al personal técnico de mantenimiento, como al operador del equipo tomando en cuenta zonas y equipos de seguridad. La aplicación de estas técnicas garantiza un ambiente seguro de operación, mejora la calidad en reparaciones, manejo de desechos y prevención de riesgos ocupacionales. (Obando Macias, 2023)

Según la Normativa (NTE INEN-ISO 45001, 2018), en el apartado A.8.1.2 Eliminar peligros y reducir los riesgos para la SST; literales c y e, los cuales se enfocan en los controles de seguridad en un entorno laboral, entre estos incluyen medidas de ingeniería y reorganización del trabajo para aislar del peligro al personal, con el objetivo de abordar la correcta manipulación mecánica en el equipo, reducir el ruido y proteger contra caídas de altura mediante consideraciones de seguridad. Finalmente, para mejorar la seguridad del técnico de mantenimiento, se debe proporcionar implementos de protección personal apropiado, como calzado de seguridad, gafas, protección auditiva y guantes, junto con el manual de procesos de mantenimiento para su uso durante la actividad. Estas medidas buscan asegurar la protección y bienestar de los técnicos en el lugar de trabajo.

Figura 7. Apreciación de Normativas de Seguridad y Salud Ocupacional.



Consideraciones de seguridad y salud ocupacional en el desarrollo de un manual de mantenimientos preventivos. Fuente: Daniel Ayala.

Costos de Mantenimiento:

Los costos de servicio para mantenimiento preventivo representan los recursos financieros que una entidad reserva, con el fin de preservar y mejorar el rendimiento de un equipo. Estos costos incluyen tanto el costo del trabajo requerido para realizar los mantenimientos, como también considerará el costo de los repuestos e insumos requeridos para el mantenimiento. (Altamirano Mariños & Solorzano Altamirano, 2023)

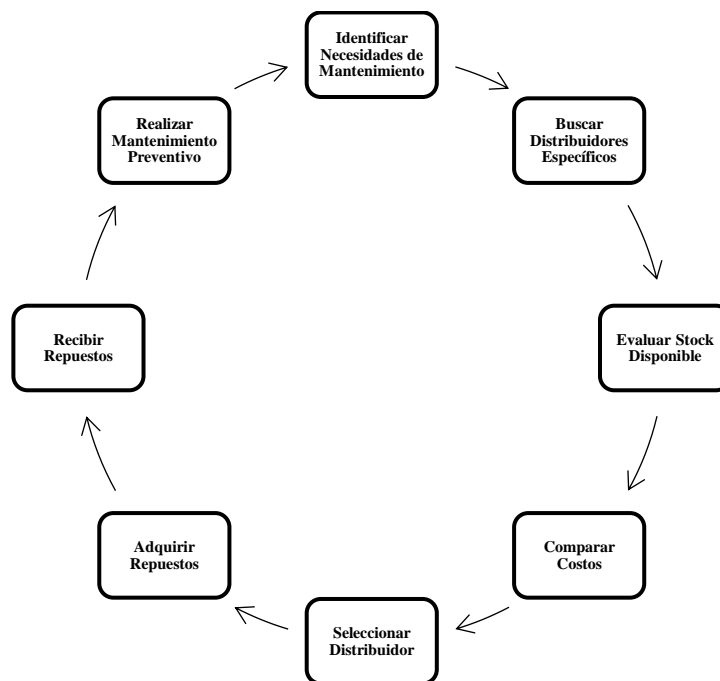
Análisis de mercado:

El análisis comparativo de mercado es una evaluación que abarca diversos aspectos dentro de un mercado específico. Dentro de la industria, este análisis es crucial para la elaboración de planes de mantenimiento, debido a que realiza comparaciones económicas entre distribuidores y considera servicios profesionales ofrecidos por empresas dedicadas al mantenimiento de maquinaria pesada. Este proceso permite identificar oportunidades, evaluar la competitividad del mercado y tomar decisiones correctas para optimizar la gestión de mantenimiento. (Castro Chávez, 2021)

Gestión de Repuestos:

Gestionar de manera eficiente repuestos considerados para realizar mantenimientos a una máquina pueden obtener beneficios al optimizar los tiempos en mantenimientos preventivos, además de identificar los distribuidores específicos presentes en el mercado, los cuales presenten en stock productos que puedan adquirirse al instante, considerando también los costos en repuestos por cada mantenimiento. (Vega Angulo, 2022)

Figura 8. *Secuencia de Operaciones Logísticas en Adquisición de Repuestos.*



Operaciones logísticas para la adquisición de repuestos de Maquinaria Pesada Fuente: Daniel Ayala.

Este diagrama de secuencia detalla en la figura 8, el flujo de comunicación y acciones entre el equipo de Mantenimiento, el equipo de Logística, y los Proveedores, asegurando una gestión logística óptima en la adquisición de repuestos para el mantenimiento preventivo.

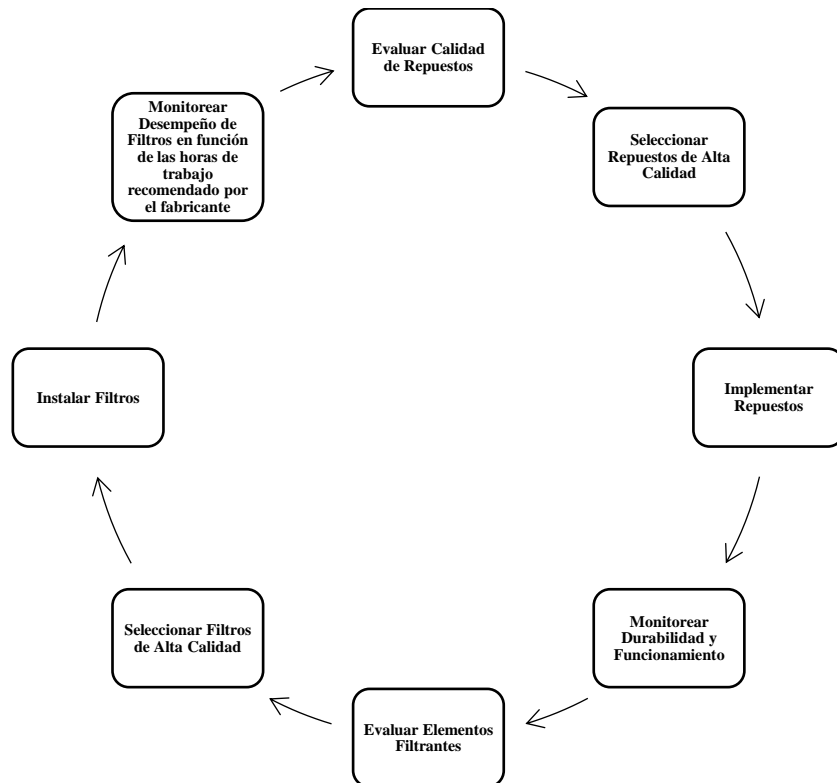
- **Identificar Necesidades de Mantenimiento:** El encargado de Mantenimiento establece los repuestos necesarios para ejecutar el mantenimiento preventivo.
- **Buscar Distribuidores Específicos:** El supervisor de mantenimiento busca y selecciona proveedores que puedan suministrar los repuestos necesarios.
- **Evaluar Stock Disponible:** Los proveedores informan sobre la disponibilidad de los repuestos en su inventario.
- **Comparar Costos:** El supervisor de mantenimiento compara los precios de los repuestos entre los diferentes proveedores.
- **Seleccionar Distribuidor:** Se selecciona al proveedor que ofrece la mejor combinación de disponibilidad y costo.
- **Adquirir Repuestos:** El supervisor de mantenimiento procede a comprar los repuestos necesarios.
- **Recibir Repuestos:** El equipo de logística confirma la recepción de los repuestos adquiridos.

La calidad de los repuestos implementados en una máquina es crucial para su durabilidad y funcionamiento óptimo. Los repuestos de baja calidad pueden acortar los intervalos de mantenimiento sugeridos por el fabricante y comprometer la seguridad de los sistemas hidráulicos y mecánicos debido a partículas provenientes de filtros deficientes. Es importante identificar repuestos de alta calidad para asegurar el desempeño y la confiabilidad de la maquinaria. (Ordoñez Criollo & Salamea Quinteros, 2020)

Elementos Filtrantes:

Los filtros son elementos los cuales tienen como objetivo mantener limpios a los sistemas internos presentes en un equipo, con el fin de buscar reducir el desgaste en el equipo, mantener temperaturas adecuadas de funcionamiento y llegar al tiempo de mantenimiento estipulado por el fabricante. La construcción de estos elementos filtrantes se basa en materiales que puedan atrapar la mayor cantidad de partículas contaminantes gracias a su estructura. Considerar elementos filtrantes de baja calidad, aumenta la probabilidad de fallas en el equipo a causa al incremento de temperaturas, desgaste temprano de componentes, entre otros. (Ordoñez Criollo & Salamea Quinteros, 2020)

Figura 9. *Secuencia de evaluación y control de calidad en repuestos de mantenimiento.*



Evaluación y control de calidad de repuestos de maquinaria pesada. Fuente: Daniel Ayala.

En la Figura 9, el diagrama de secuencia ayuda a visualizar y organizar los pasos necesarios para garantizar la calidad de los repuestos y elementos filtrantes, asegurando la durabilidad y el funcionamiento óptimo de la maquinaria.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LOS SISTEMAS PRESENTES EN EL EQUIPO

1.1. Mapeo General del exterior del equipo

Un correcto mapeo de un equipo en maquinaria pesada permite identificar los puntos clave que tiene el equipo además de poder considerar las zonas de acceso a los diferentes sistemas que componen a la máquina. Es importante considerar que un mapeo se considera desde la parte exterior de la maquinaria, hasta el mapeo e identificación de los sistemas que componen al equipo internamente, por lo cual es recomendable dividirlo por bloques. (Xuzhou construction machinery group co., 2022a)

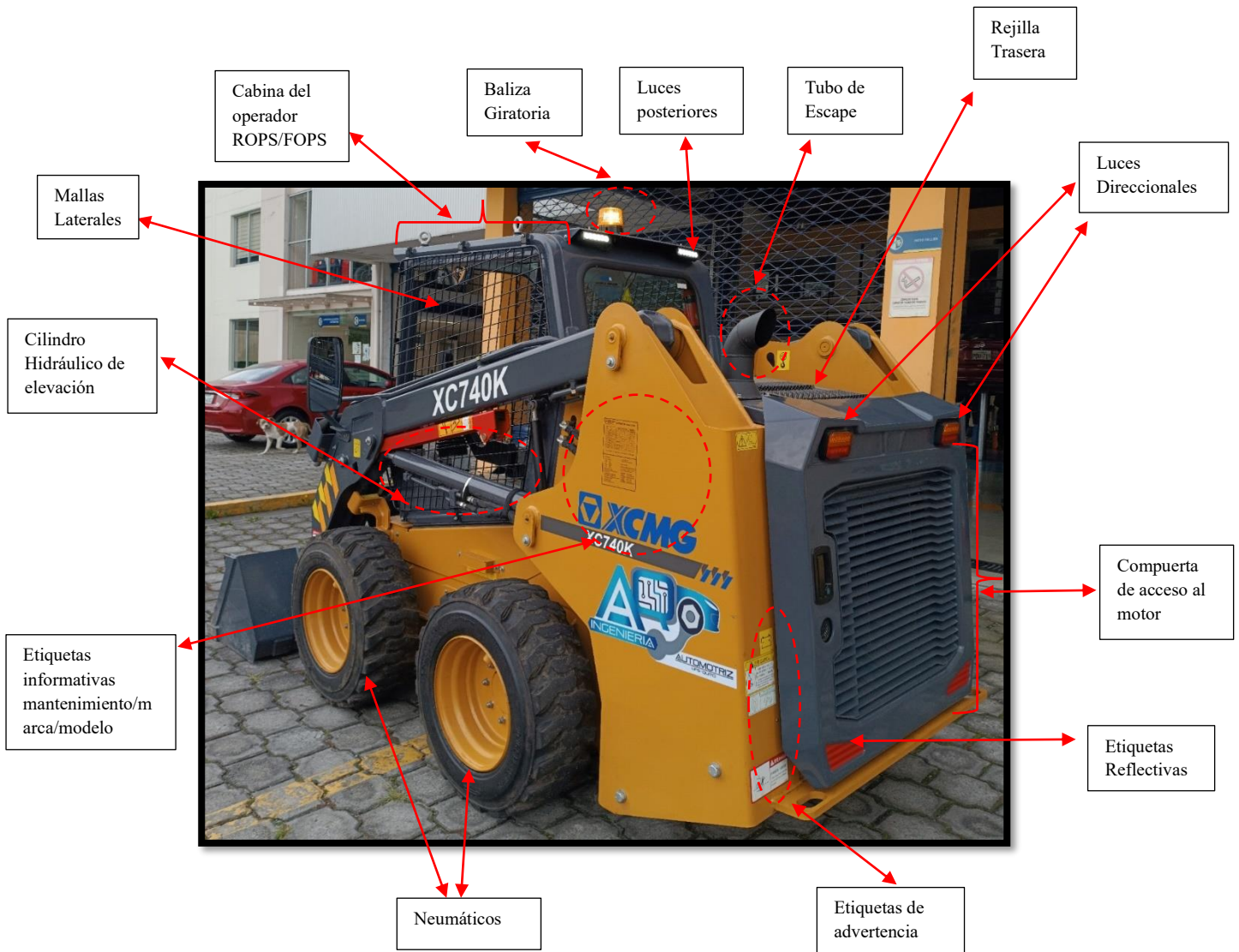
1.1.1. Mapa Exterior e Interior del Equipo

Figura 10. Mapa exterior del equipo en vista de alzado



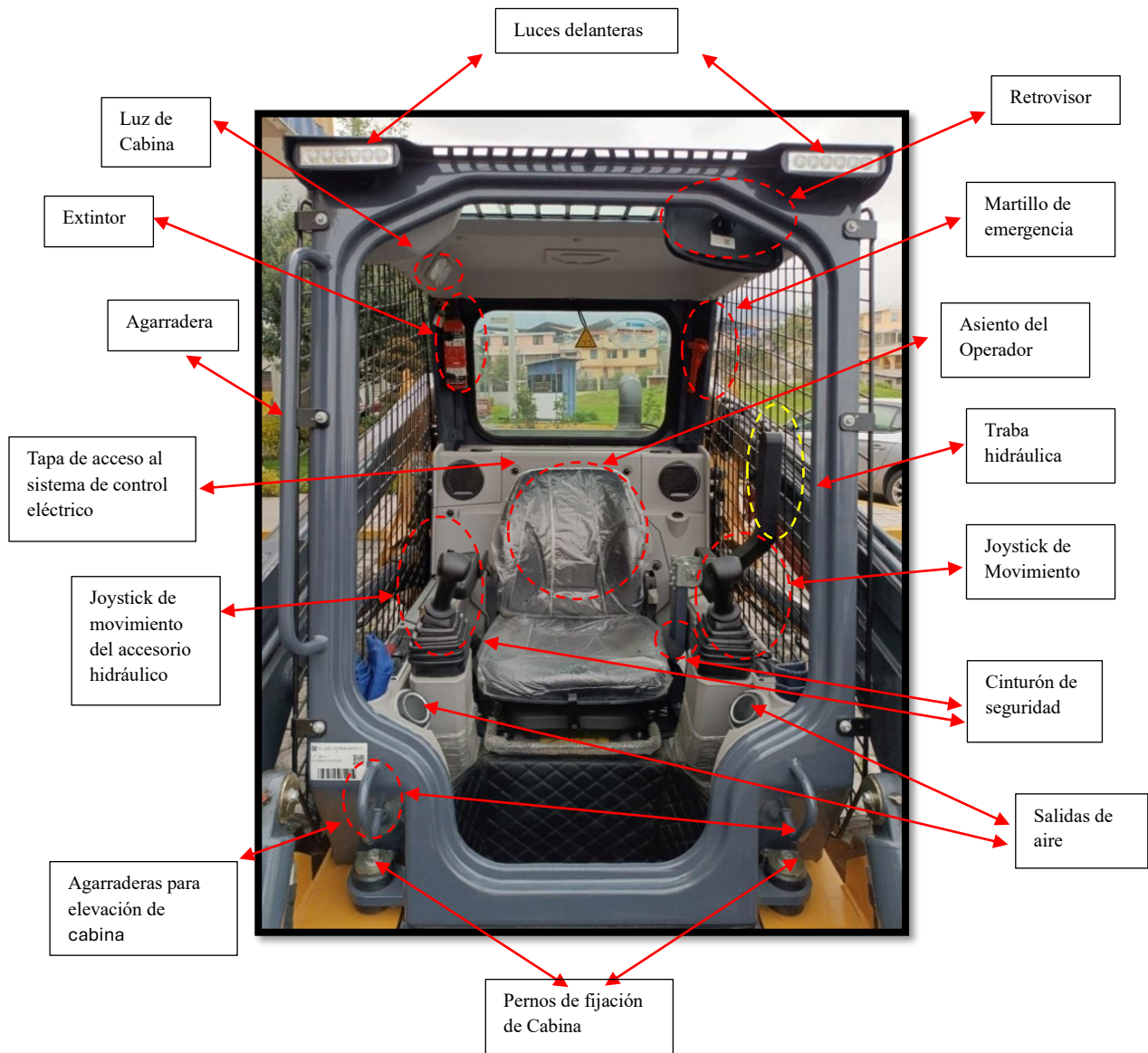
Mapa exterior de la Minicargadora XCMG XC740K. Fuente: Daniel Ayala.

Figura 11. Mapa exterior del equipo en vista posterior lateral



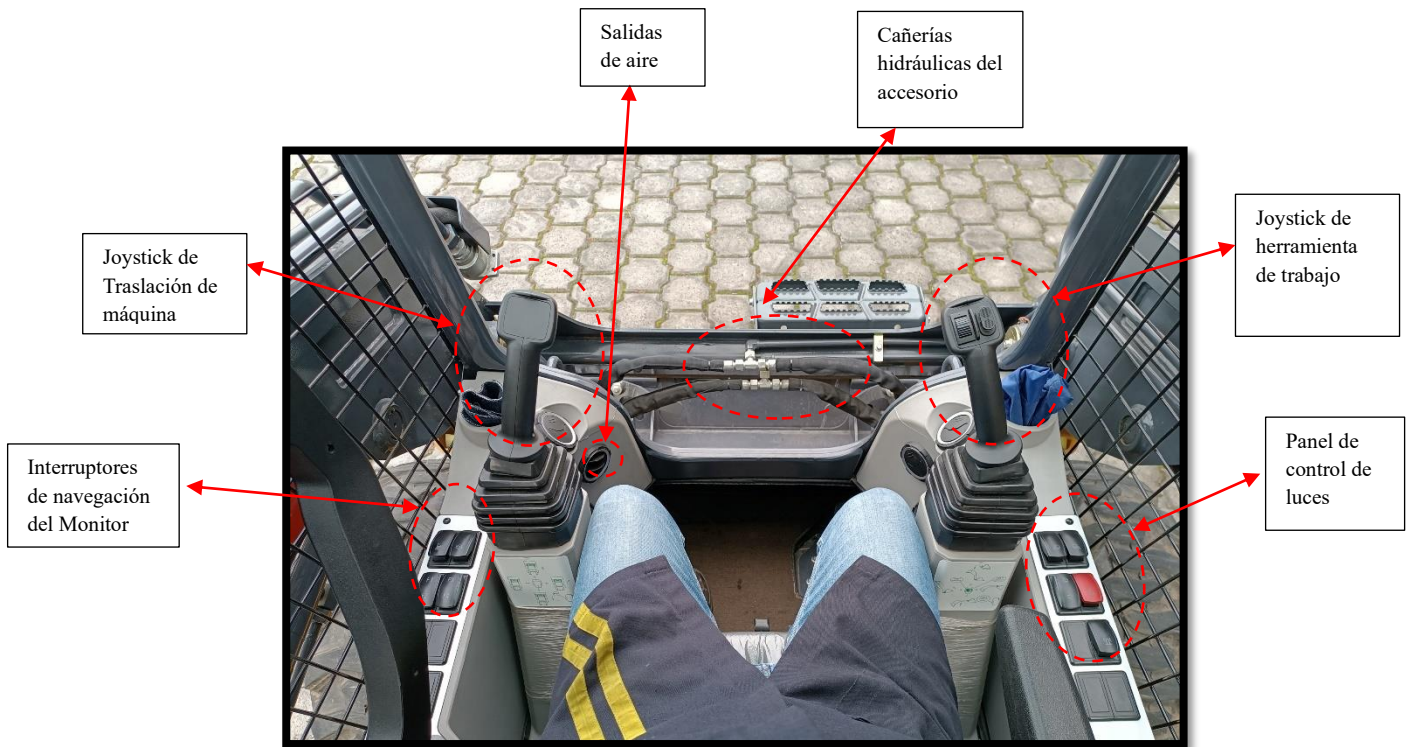
Mapa exterior de la Minicargadora XCMG XC740K. Fuente: Daniel Ayala.

Figura 12. Mapa de la cabina en vista frontal



Mapa interior de la Minicargadora XCMG XC740K. Fuente: Daniel Ayala.

Figura 13. Mapa interior de la cabina en vista inferior del operador



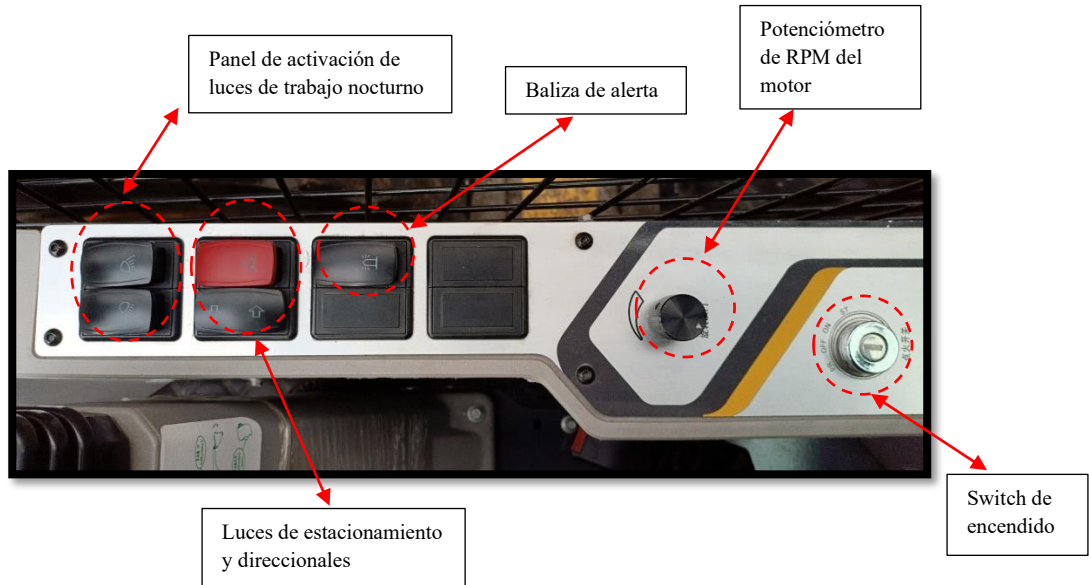
Mapa interior de la Minicargadora XCMG XC740K. Fuente: Daniel Ayala.

Figura 14. Mapa interior de la cabina en vista superior del operador



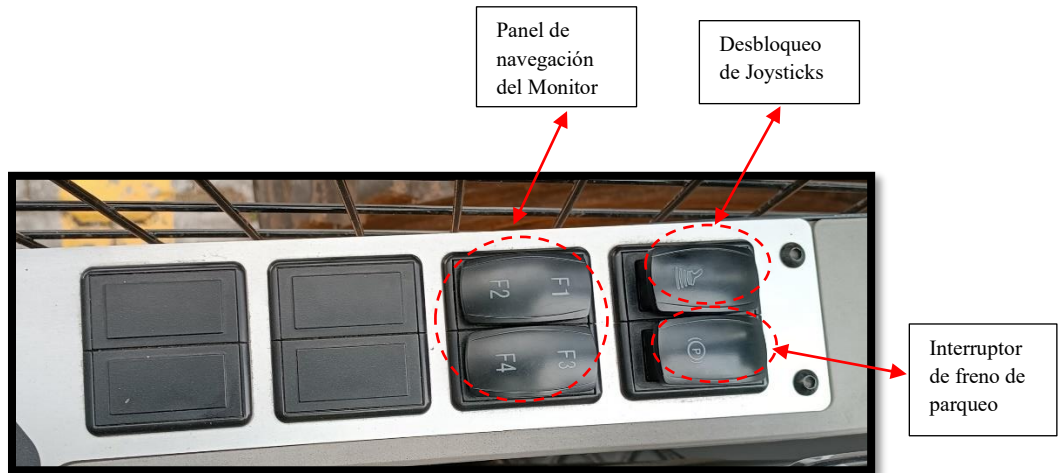
Mapa interior de la Minicargadora XCMG XC740K. Fuente: Daniel Ayala.

Figura 15. Mapa interior de la cabina en vista derecha del operador



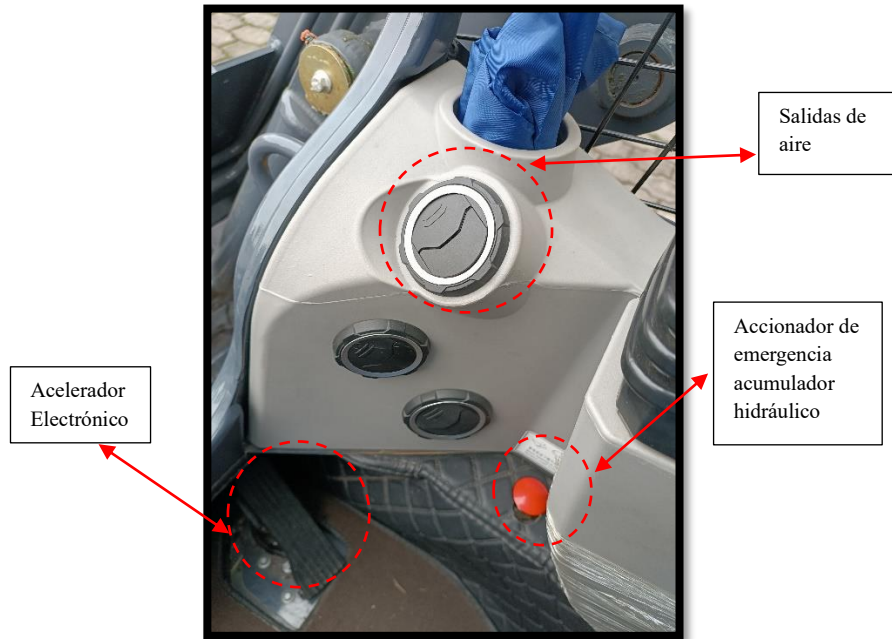
Panel de control de luces y encendido Minicargadora XCMG XC740K. Fuente: Daniel Ayala.

Figura 16. Mapa interior de la cabina en vista izquierda del operador



Panel de control de monitor Minicargadora XCMG XC740K. Fuente: Daniel Ayala.

Figura 17. Mapa interior de la cabina en vista superior derecha del operador



Mapa interior inferior derecha de la Minicargadora XCMG XC740K. Fuente: Daniel Ayala.

1.2. Sistema de Traslación

Los sistemas de traslación en maquinaria pesada tienen la función de dar movimiento y dirección a la máquina, en algunos equipos pesados, como la mini cargadora XCMG XC740K, suelen tener sistemas de propulsión por bombas hidrostáticas interconectadas por cadenas, las cuales generarán cuatro movimientos (adelante, reversa, giro izquierdo y giro derecho). (Xuzhou construction machinery group co., 2022a)

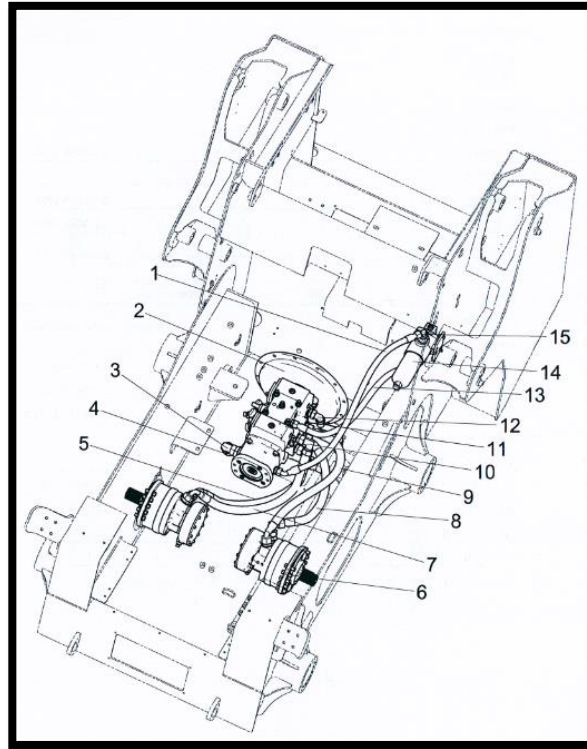
Figura 18. Cadena de traslación lubricada por aceite



Cadena de transmisión de minicargadoras. Fuente: (Honda Selva, 2022)

- Este sistema se encuentra protegido por una tapa protectora, la cual aísla al sistema de agentes externos como el polvo, además de mantener sellado al lubricante presente en el sistema.

Figura 19. Componentes del sistema de traslación



Componentes presentes en el Sistema de traslación. Fuente: (Xuzhou construction machinery group co., 2022b)

Tabla 1. Partes del sistema hidráulico de traslación

N°	Número de parte	Cantidad	Nombre
1	803277320	1	Conjunto de manguera
2	401007585	1	Conjunto de bomba de tracción
3	803103798	1	Empalme
4	803105019	1	Conjunto de manguera
5	803419438	1	Conjunto de manguera

6	401009806	2	Conjunto de motor de tracción
7	803429909	1	Conjunto de manguera
8	804404251	1	Conjunto de manguera
9	804412850	1	Conjunto de manguera
10	803379383	3	Empalme
11	803161562	1	Conjunto de manguera
12	803107041	1	Empalme
13	803417379	1	Conjunto de manguera
14	401003793	1	Conjunto de filtro de línea
15	803103775	2	Empalme

Partes presentes en el sistema de traslación de la Minicargadora XCMG XC740K. Fuente: (Xuzhou construction machinery group co., 2022b)

1.2.1. Funcionamiento del Sistema de Traslación

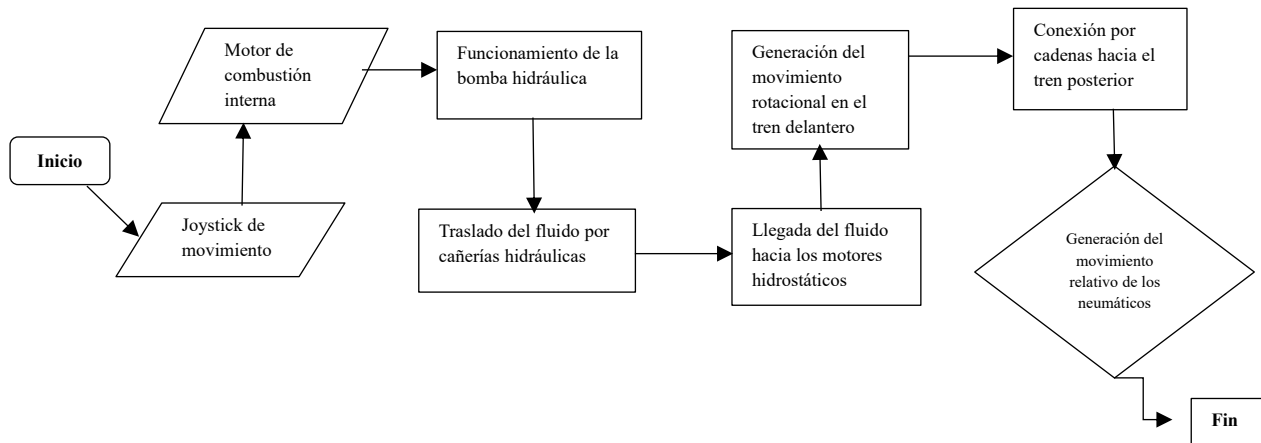
Como se puede observar en la imagen, el funcionamiento de las bombas hidrostáticas es de manera simple, considerando su interconexión entre el tren delantero y el tren posterior, como se puede explicar a continuación.

- Traslación en el tren delantero: Utiliza bombas hidrostáticas para producir la potencia requerida para el movimiento. Estas bombas están conectadas al sistema hidráulico de la máquina y proporcionan un control preciso sobre la velocidad y dirección de desplazamiento hacia adelante y hacia atrás.
- Traslación en el tren trasero: Se realiza mediante el uso de cadenas, las cuales transmiten el movimiento generado por las bombas hidrostáticas en el tren delantero hacia las ruedas traseras. Estas cadenas son parte integral del sistema de tracción y garantizan una distribución uniforme de la potencia para un desplazamiento estable y seguro.

Es importante considerar que la velocidad del equipo está ligada directamente con potenciómetro de RPM del motor térmico del equipo, el cual aumentará el régimen de giro con el fin de que los motores hidrostáticos reciban un mayor caudal de la bomba para generar su movimiento a mayor velocidad.

Como se pudo observar anteriormente en el mapeo del equipo, este sistema cuenta con componentes los cuales, interconectados entre bloques, generarán el movimiento para que la máquina pueda trasladarse, como se puede describir a continuación en la figura 20.

Figura 20. *Funcionamiento del circuito de traslación hidráulico*



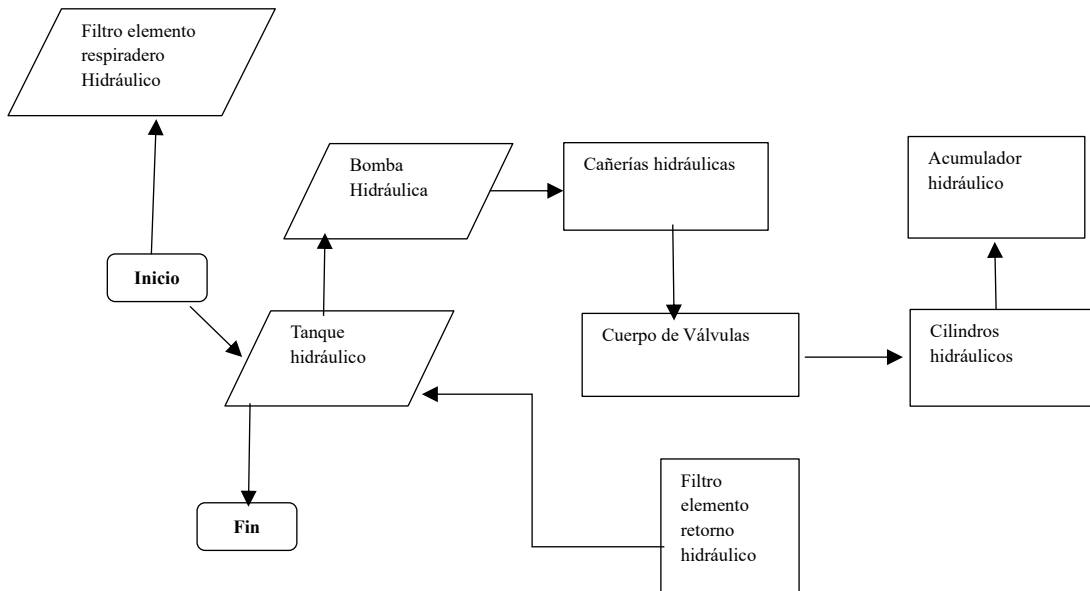
Circuito de funcionamiento hidráulico-mecánico del sistema de transmisión minicargadora XCMG XC740K. Fuente: Daniel Ayala.

1.3. Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico de la minicargadora XCMG XC740K es un componente clave que proporciona la energía requerida para llevar a cabo diversas tareas con precisión y eficiencia. (Xuzhou construction machinery group co., 2022a).

Se conforma de varios componentes que operan en conjunto para garantizar un funcionamiento óptimo:

Figura 21. *Funcionamiento del circuito del sistema hidráulico*

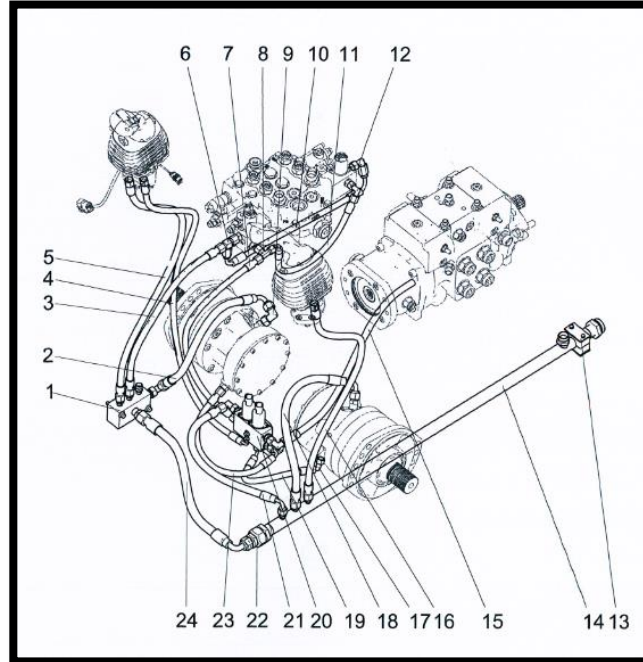


Funcionamiento del circuito hidráulico de accesorios presentes en la minicargadora. Fuente: Daniel Ayala.

1.3.1. Funcionamiento del Sistema Hidráulico

- Bomba hidráulica: Se encarga de transformar la energía mecánica en energía hidráulica, generando así la presión necesaria para el funcionamiento del sistema.

Figura 22. Componentes del sistema de control hidráulico



Componentes presentes en el Sistema de control hidráulico de la minicargadora. Fuente (Xuzhou construction machinery group co., 2022b)

Tabla 2. Partes del sistema control hidráulico

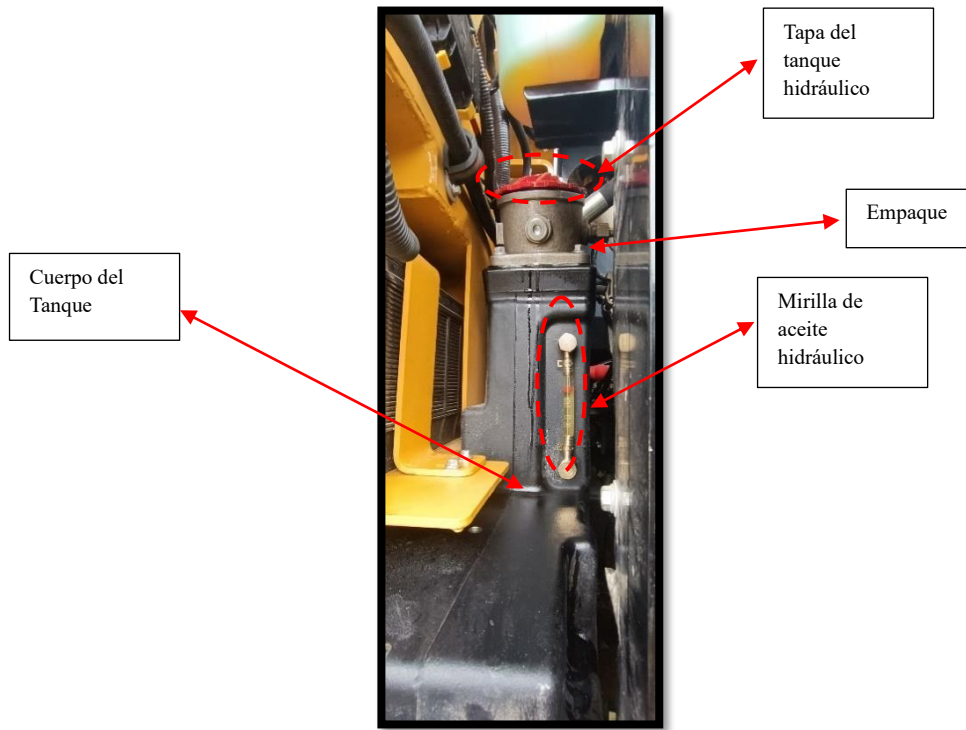
Nº	Número de parte	Cantidad	Nombre
1	401005905	1	Conjunto de bloque de retorno de aceite
2	404002692	1	Conjunto de manguera
3	803308830	1	Conjunto de manguera
4	803411324	1	Conjunto de manguera
5	803184287	1	Conjunto de manguera
6	803162089	1	Empalme
7	803301508	1	Conjunto de manguera
8	803104592	1	Empalme
9	803107607	2	Empalme

10	804023885	1	Conjunto de manguera
11	803304678	1	Conjunto de manguera
12	803103351	3	Empalme
13	803163385	1	Abrazadera de tubería
14	401007250	1	Abrazadera de tubería
15	803172454	1	Conjunto de manguera
16	803176216	1	Conjunto de manguera
17	803171722	2	Empalme
18	803309692	1	Conjunto de manguera
19	803307907	1	Conjunto de manguera
20	401007246	1	Conjunto de válvula solenoide
21	803382694	1	Conjunto de manguera
22	803174508	1	Empalme
23	813407414	1	Conjunto de manguera
24	803438229	1	Conjunto de manguera

Partes presentes en el Sistema de control hidráulico de la minicargadora. Fuente (Xuzhou construction machinery group co., 2022b)

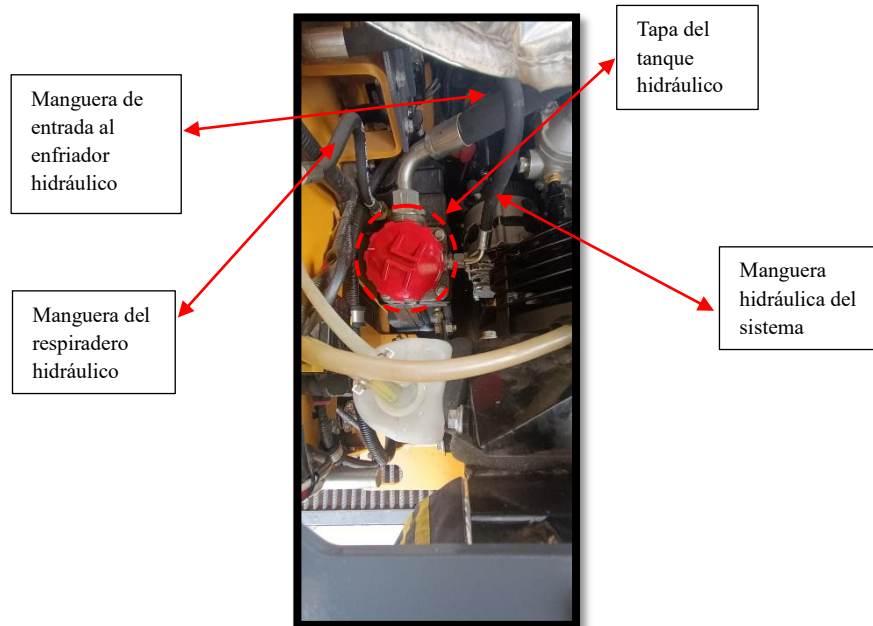
- Depósito de fluido hidráulico: Almacena el fluido hidráulico necesario para el sistema, asegurando un suministro constante y adecuado durante la operación.

Figura 23. *Vista frontal del reservorio hidráulico*



Mapeo interior tanque de reserva hidráulico. Fuente: Daniel Ayala.

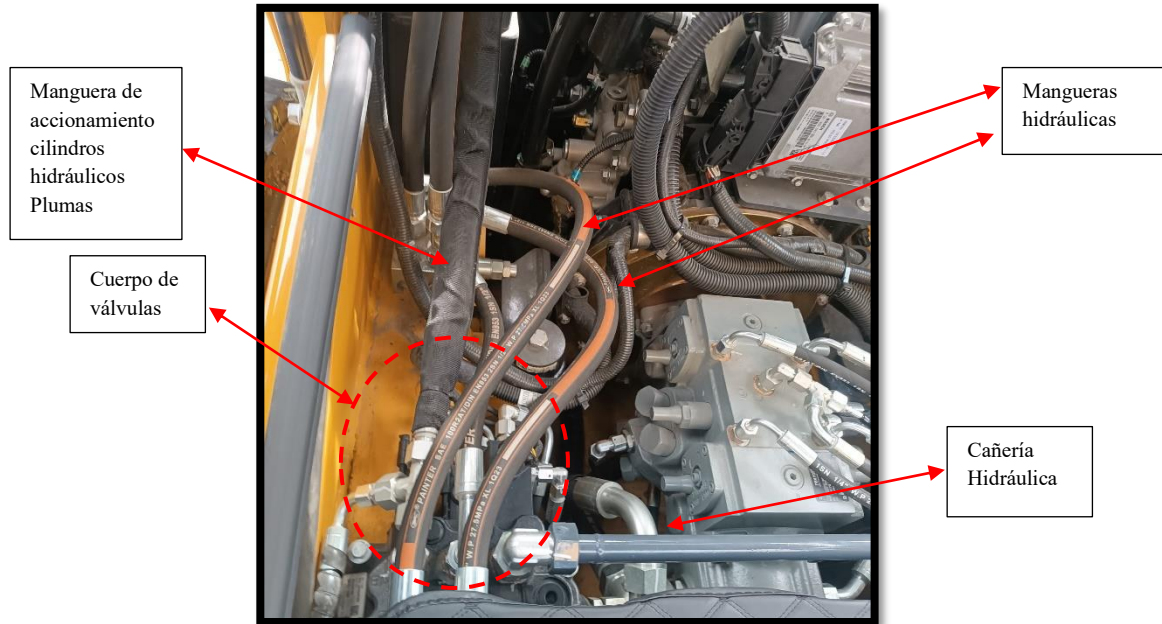
Figura 24. *Vista superior del reservorio hidráulico*



Mapeo interior tanque de reserva hidráulico. Fuente: Daniel Ayala.

- Cuerpo de válvulas de control: Controlan el caudal y la dirección del fluido hidráulico, permitiendo al operador controlar los movimientos de los diferentes actuadores hidráulicos, tales como cilindros y motores.

Figura 25. *Cuerpo de válvulas*



Mapa cuerpo de válvulas. Fuente: Daniel Ayala.

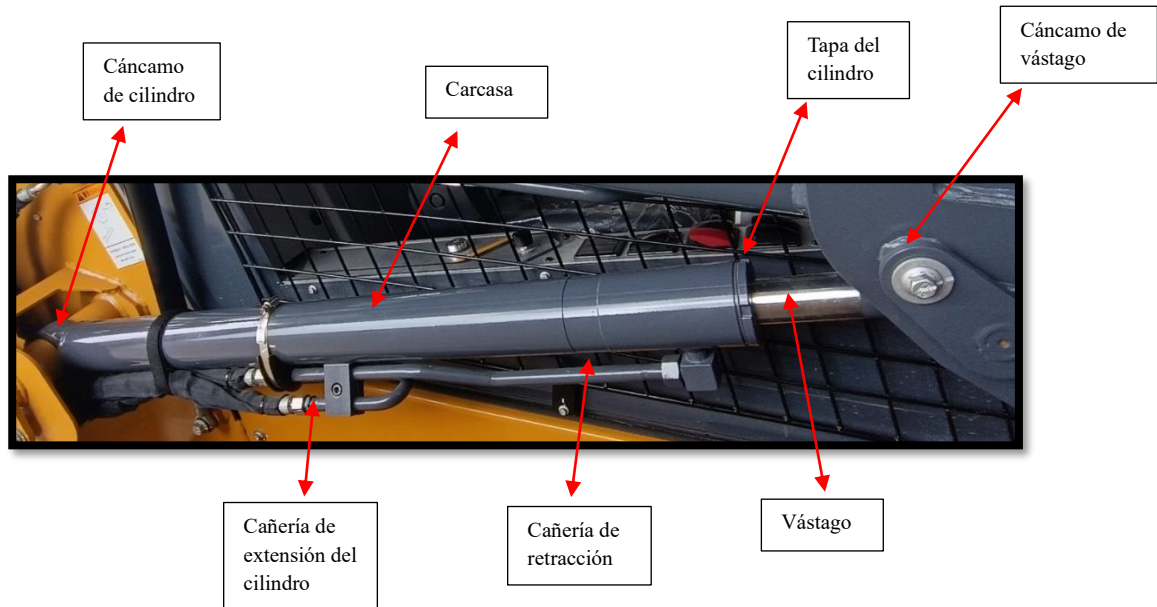
Tabla 3. *Actuadores presentes en el cuerpo de válvulas*

Actuadores	Cantidad
Cilindros hidráulicos de levantamiento de la pala	2
Cilindros de posición de la pala	2
Motores hidrostáticos	2

Actuadores presentes accionados por el cuerpo de válvulas. Fuente: Daniel Ayala.

- Cilindros hidráulicos: Son elementos que utilizan la presión del fluido hidráulico para inducir una fuerza lineal, permitiendo levantar cargas, mover implementos y realizar diversas operaciones.

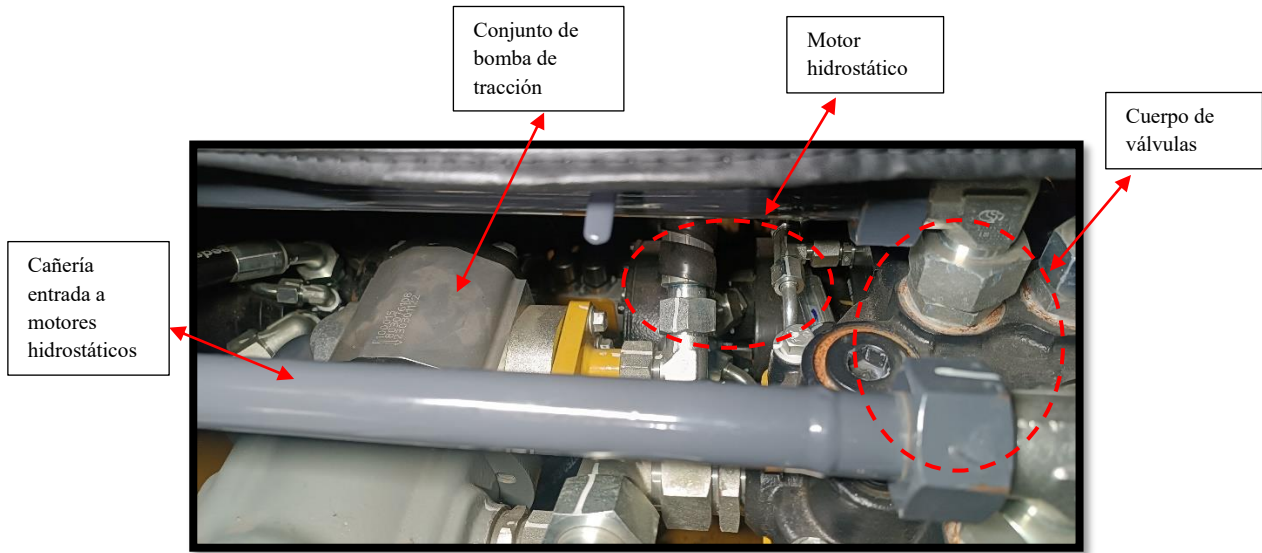
Figura 26. *Cilindro hidráulico*



Partes de los cilindros hidráulicos presentes en la Minicargadora. Fuente: Daniel Ayala.

- Motores hidrostáticos: Transforman la energía hidráulica en energía mecánica rotativa, utilizada para impulsar ruedas, cadenas u otros componentes móviles de la minicargadora.

Figura 27. *Motor hidrostático*



Componentes de soporte y accionamiento de los motores hidrostáticos. Fuente: Daniel Ayala.

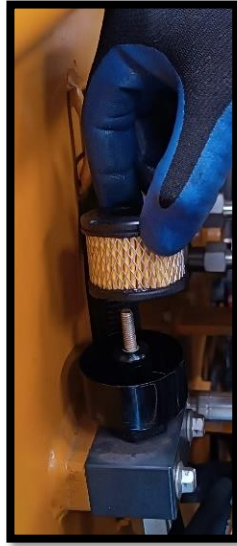
- Filtros y enfriadores: Mantienen la calidad del fluido hidráulico al eliminar impurezas y controlar la temperatura, garantizando un rendimiento óptimo y prolongando la vida útil del sistema.

Figura 28. *Filtro elemento retorno hidráulico*



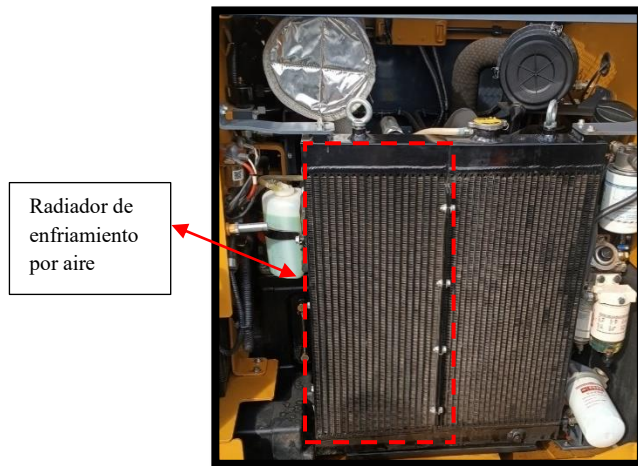
Filtro elemento retorno hidráulico situado al interior del tanque de reserva hidráulica. Fuente: Daniel Ayala.

Figura 29. *Filtro elemento respiradero hidráulico*



Filtro elemento respiradero hidráulico situado sobre el tanque de reserva hidráulica.
Fuente: Daniel Ayala.

Figura 30. *Sistema de refrigeración hidráulico*



Sistema de refrigeración de la Minicargadora. Fuente: Daniel Ayala.

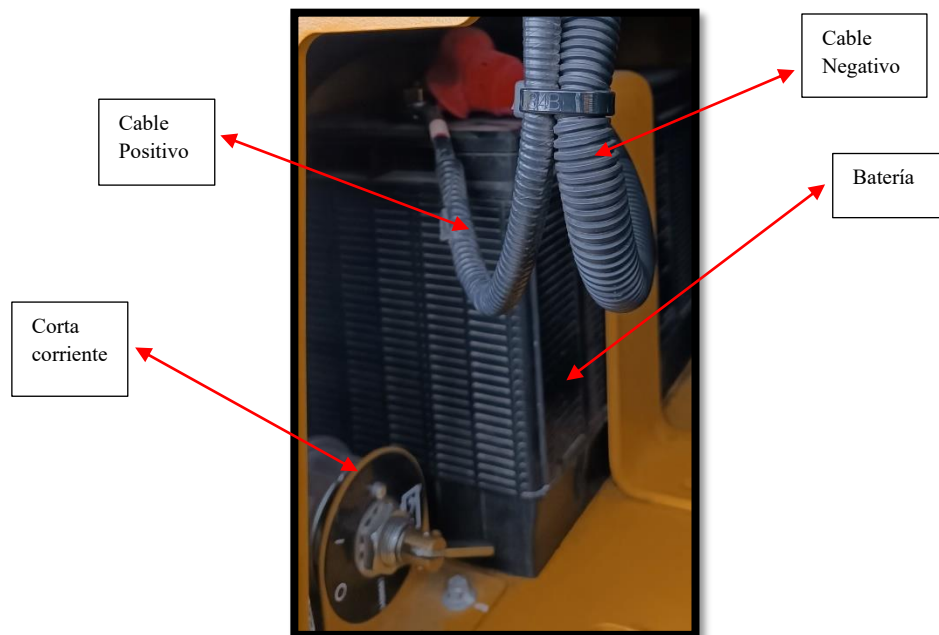
1.4. Sistema Eléctrico

El sistema eléctrico de la Mini Cargadora XCMG XC740K es crucial para la funcionalidad integral de la máquina. Este sistema suministra la energía requerida para arrancar el motor, el funcionamiento de las luces, los controles y otros componentes eléctricos. La fiabilidad del sistema eléctrico es crucial para garantizar un funcionamiento seguro y continuo de la mini cargadora. (Xuzhou construction machinery group co., 2022a)

1.4.1. Funcionamiento del Sistema Eléctrico

Batería y corta corriente: Proporciona la potencia eléctrica necesaria para encender al motor y alimenta los sistemas eléctricos cuando el motor está apagado, mientras que el sistema de corta corriente bloquea el suministro de energía al sistema de encendido al estar cerrado. (Romero-Piedrahita et al., 2020)

Figura 31. *Batería del equipo*



Batería cubierta y corta corriente de la Minicargadora. Fuente: Daniel Ayala.

- Alternador: Genera electricidad mientras el motor está encendido, cargando a la batería y suministrando energía a los sistemas eléctricos de la máquina. (Romero-Piedrahita et al., 2020)

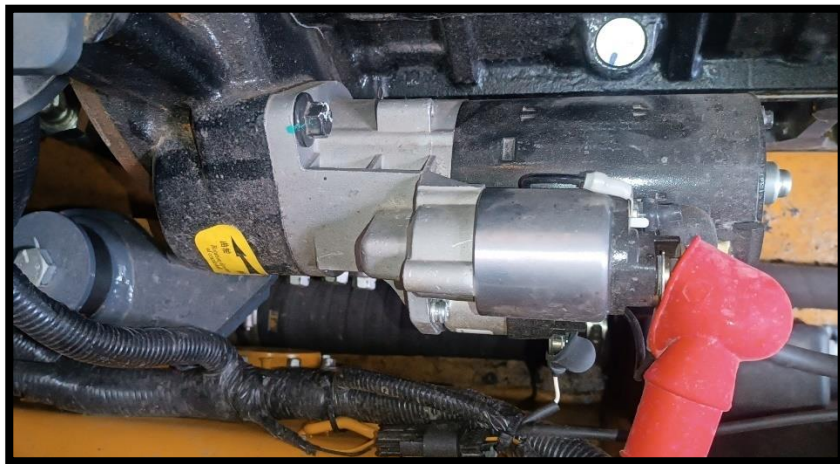
Figura 32. *Alternador*



Alternador, elemento generador de energía de la Minicargadora. Fuente: Daniel Ayala.

- Motor de arranque: Elemento de accionamiento eléctrico el cual impulsa de manera rotacional al volante de inercia conectado mediante un sistema de piñones, con el fin de encender al motor de combustión interna. (Romero-Piedrahita et al., 2020)

Figura 33. *Motor de Arranque*

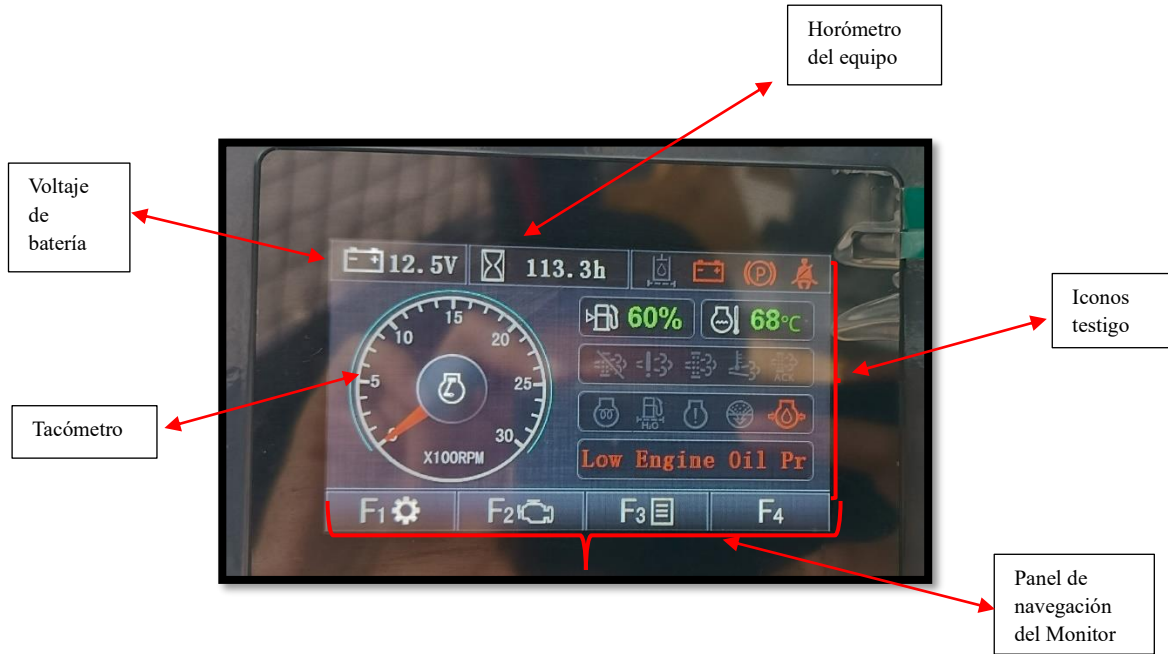


Motor de arranque, elemento de encendido del motor de combustión interna. Fuente: Daniel Ayala.

- Cableado: Conjunto de cables y conectores que distribuyen la electricidad proveniente de la batería y el alternador a los diferentes componentes eléctricos.



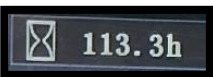
- Panel de Control: Consola que contiene los interruptores y controles eléctricos, permitiendo al operador manejar la máquina y monitorear su estado.

Figura 34. *Panel de control.*



Instrumento de control y datos del equipo para el operador. Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 4. *Luces testigo presentes en el equipo*

Diagrama de la tecla de función	Función	Advertencia
	Tacómetro del motor	Muestra la velocidad del motor
	Indicador del filtro de aire	Cuando esta luz está encendida, el filtro de aire está bloqueado y necesita ser limpiado después de detener el motor
	Horómetro	Registra las horas de trabajo de la máquina



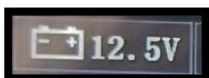
Indicador de nivel del tanque de combustible

El indicador de nivel muestra el nivel de combustible. Cuando la máquina está funcionando, si el nivel está en la zona roja, por favor detenga el motor y reposte.



Refrigerante del motor

El testigo se ilumina cuando la temperatura del refrigerante del motor es excesivamente alta. Si esta luz está encendida, detenga la máquina inmediatamente, apague el motor y verifique la causa.



Estado de carga

Si este indicador está encendido, indica que el voltaje del sistema es insuficiente. Este indicador puede encenderse si todos los aparatos eléctricos están encendidos mientras el motor está funcionando a baja velocidad. Al pisar el pedal del acelerador y mantenerlo presionado durante unos segundos, la indicación del voltímetro aumentará y el indicador se apagará.



Filtro de aceite hidráulico

El indicador está encendido cuando el filtro de aceite hidráulico funciona de manera anormal. Detenga la máquina, presione el botón de reinicio del filtro para restablecerlo; si el indicador no se apaga, reemplace el filtro de aceite hidráulico.



Freno de estacionamiento

Cuando el freno de estacionamiento está activado, este indicador se enciende. Cuando se libera el freno de estacionamiento, este indicador está apagado.



Presión de aceite

El testigo se ilumina cuando la presión del aceite es demasiado baja. Detenga la máquina de inmediato, apague el motor y revise la causa.



Falla del motor

Cuando el indicador de falla del motor está encendido, detenga la máquina inmediatamente, apague el motor y verifique la causa.

Luces testigo consideradas dentro del monitor del equipo. Fuente: (Xuzhou construction machinery group co., 2022a)

- Caja de Fusibles y Relés: Dispositivos de protección que evitan daños en el sistema eléctrico en caso de sobrecargas o cortocircuitos.

Figura 35. Caja de fusibles y relés



Caja de control y seguridad eléctrica del equipo. Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 5. Conjunto de relés de la máquina

Relé	Descripción
K2	Relé del interruptor de la barandilla
K3	Relé del interruptor de la puerta
K4	Relé de la válvula solenoide de trabajo
K5	Relé de la bocina
K9	Relé de las luces intermitentes
K11	Relé de la válvula solenoide de viaje

Conjunto de relés del equipo. Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 6. Conjunto de fusibles de la máquina

Fusible	Descripción
F4	Bocina/techo
F5	Diagnóstico
F6	Interfaz de carga
F7	Válvula de combinación
F8	Limpiaparabrisas
F9	Interruptor de proximidad
F10	Luz de dirección
F11	Indicador de alarma/luz de trabajo frontal
F12	Luz de ancho/luz de trabajo trasera
F13	AC
F14	Válvula solenoide de herramientas
F15	Válvula solenoide de división
F16	Válvula solenoide
F17	Interruptor de llave
F18	Alimentación del controlador
F19	Alimentación de la ECU
F20	Válvula flotante
F21	Radio

Conjunto de Fusibles del equipo. Fuente: Daniel Ayala.

- Luces de Trabajo y Señalización: Incluyen faros y luces de advertencia, que mejoran la visibilidad y la seguridad durante la operación de la máquina.

Figura 36. Sistema de iluminación de la máquina



Sistema de iluminación posterior del equipo. Fuente: Daniel Ayala.

Funcionamiento del sistema

La operatividad del sistema eléctrico de la Mini Cargadora XCMG XC740K se puede desglosar en varias etapas:

Arranque de motor

- Debido a la alta demanda en el ámbito de la construcción para llevar a cabo obras en la ingeniería, cada vez se requerían máquinas específicas para la realización de trabajos como la demolición, manipulación de materiales.
- Una vez que el motor está en marcha, el alternador produce electricidad para cargar la batería y suministrar energía a los sistemas eléctricos de la máquina.

Generación y Distribución de Energía:

- El alternador transforma la energía mecánica del motor en electricidad, que se distribuye a través del cableado a todos los componentes eléctricos.
- La batería actúa como un acumulador, almacenando energía para su uso cuando el motor no está en funcionamiento.

Operación de Sistemas Auxiliares:

- El panel de control faculta al operador para encender y apagar diferentes sistemas eléctricos, como las luces de trabajo, la bocina y otros dispositivos auxiliares.
- Los sensores y actuadores monitorean constantemente el estado de la máquina, enviando información al panel de control, permitiendo al operador tomar decisiones claves para el funcionamiento del equipo.

Protección del Sistema:

- Los fusibles y relés aseguran que cualquier sobrecarga o cortocircuito no cause daños a los componentes eléctricos. Estos dispositivos se reemplazan fácilmente si se funden, protegiendo el resto del sistema de posibles fallos.

1.5. Sistema de Refrigeración

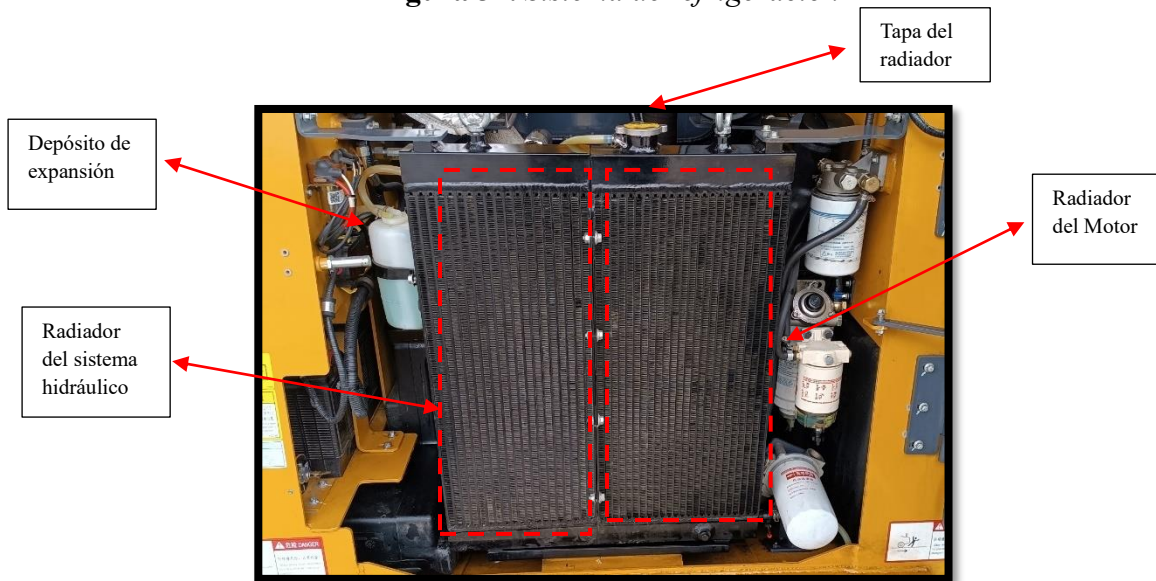
También conocido como sistema de enfriamiento de la Mini Cargadora XCMG XC740K es crucial para regular la temperatura óptima de funcionamiento tanto del motor de combustión como del sistema hidráulico. Un control adecuado de la temperatura garantiza la eficiencia y extiende la durabilidad de la máquina.

1.5.1. Funcionamiento del Sistema de Refrigeración

Este mecanismo utiliza un radiador dividido en dos secciones:

- Sección de refrigeración del motor
- Sección de refrigeración del sistema hidráulico.

Figura 37. *Sistema de refrigeración*



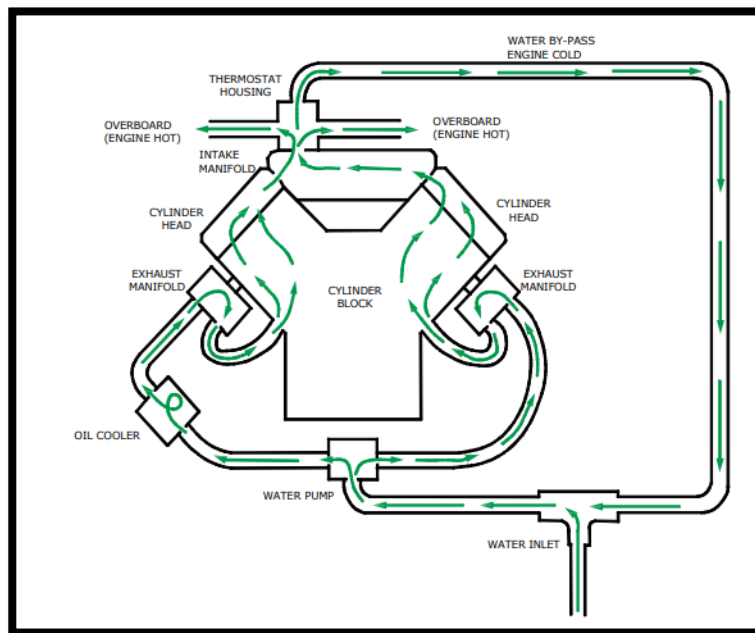
Sistema de refrigeración del equipo. Fuente: Daniel Ayala.

El sistema de refrigeración de la Mini Cargadora XCMG XC740K consta de los siguientes componentes clave:

- Radiador: Componente central del sistema de refrigeración, dividido en dos secciones para enfriar el motor y el sistema hidráulico por separado.

- Bomba de Agua: Circula el líquido refrigerante a través del motor y el radiador, asegurando una distribución uniforme de la temperatura.
- Termostato: Regula el flujo de refrigerante según la temperatura del motor, asegurando que se mantenga dentro de los límites óptimos de funcionamiento.
- Ventilador: Facilita la disipación del calor del radiador, aumentando la eficiencia del enfriamiento, especialmente en condiciones de alta carga o temperatura ambiente elevada.
- Depósito de Expansión: Almacena el refrigerante adicional y permite su dilatación y contracción ante las variaciones de temperatura. Conductos y Mangueras: Distribuyen el refrigerante entre los diferentes componentes del sistema de refrigeración.

Figura 38. *Circuito de refrigeración en un Motor de Combustión Interna*



Circuito de enfriamiento motor de combustión interna, Fuente: (Gracia, 2006)

Funcionamiento del sistema

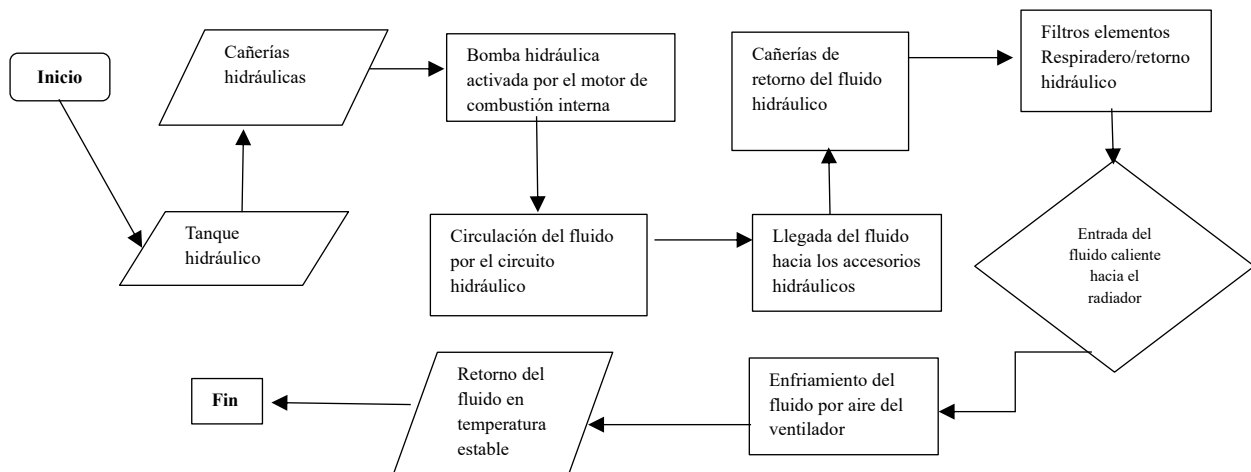
Refrigeración del Motor:

- **Circulación del Refrigerante:** La bomba de agua impulsa el fluido refrigerante a través del bloque del motor, absorbiendo el calor generado por la combustión.
- **Regulación de la Temperatura:** El termostato regula el paso del refrigerante hacia el radiador, permitiendo un enfriamiento eficiente según la temperatura del motor.
- **Disipación del Calor:** El refrigerante caliente fluye hacia la sección del radiador dedicada al motor, donde el ventilador ayuda a disipar el calor al ambiente.
- **Depósito de Expansión:** A medida que el refrigerante se calienta y expande, el exceso de refrigerante se almacena en el depósito de expansión. Al enfriarse, el refrigerante vuelve al sistema, manteniendo el nivel adecuado.

Refrigeración del Sistema Hidráulico:

- **Absorción del Calor Hidráulico:** El fluido hidráulico caliente circula a través de la segunda sección del radiador, diseñada específicamente para el sistema hidráulico.
- **Enfriamiento Eficiente:** El ventilador también asiste en la disipación del calor del fluido hidráulico, asegurando que el sistema hidráulico mantenga una temperatura adecuada para su funcionamiento.

Figura 39. Circuito de enfriamiento del sistema hidráulico

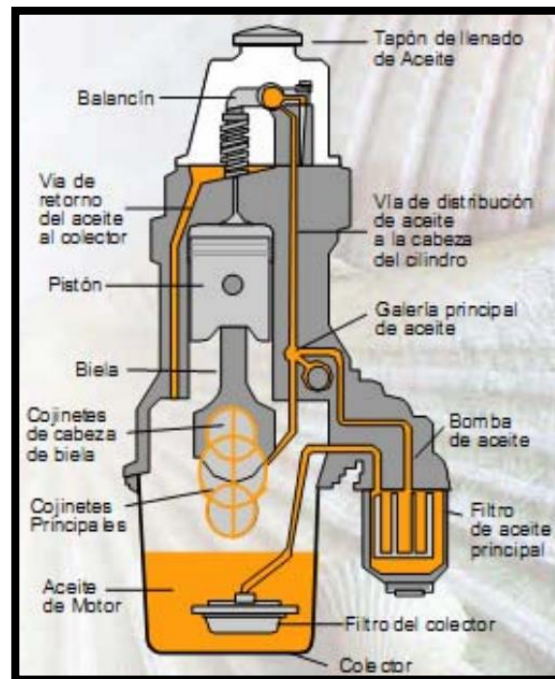


Circuito de enfriamiento hidráulico de la Minicargadora. Fuente: Daniel Ayala.

1.6. Sistema de Lubricación

El sistema de lubricación de la Mini Cargadora XCMG XC740K es esencial para el buen funcionamiento y la durabilidad del motor y otros componentes móviles, incluyendo las cadenas de traslación. Su propósito principal es disminuir la fricción entre las partes móviles, minimizar el desgaste y evitar el sobrecalentamiento. Un sistema de lubricación eficiente también ayuda a mantener el motor y las cadenas de traslación limpias al eliminar partículas de desgaste y otros contaminantes.

Figura 40. Sistema de lubricación en un motor de combustión interna



Sistema de lubricación de un motor de combustión interna. Fuente: (Londres, 2012)

El sistema de lubricación de la Mini Cargadora XCMG XC740K incluye varios componentes clave:

- **Bomba de Aceite:** Responsable de bombear el aceite lubricante a través del motor, asegurando que llegue a todas las partes móviles.
- **Cárter de Aceite:** Almacena el aceite lubricante cuando el motor no está en funcionamiento y actúa como un sumidero de aceite.

- **Filtros de Aceite:** Eliminan las impurezas del aceite lubricante, asegurando que solo el aceite limpio circule por el motor.
- **Conductos de Lubricación:** Red de canales que distribuyen el lubricante a todas las secciones del motor que requieren lubricación.

1.6.1. Funcionamiento del Sistema de Lubricación

El funcionamiento del sistema de lubricación de la Mini Cargadora XCMG XC740K se puede desglosar en varios pasos clave:

Distribución del Aceite:

- La bomba de aceite extrae el lubricante del cárter y lo distribuye por el sistema de conductos de lubricación.

Lubricación de Componentes:

- El aceite es distribuido a las partes móviles del motor, como los cojinetes, los pistones y las bielas, creando una película de aceite que reduce la fricción y el desgaste.
- El sistema de lubricación específico para las cadenas de traslación asegura que estas se mantengan lubricadas, permitiendo un movimiento suave y reduciendo el desgaste.

Filtrado del Aceite:

- Antes de llegar a las partes críticas del motor y las cadenas de traslación, el aceite pasa por los filtros de aceite, que eliminan las impurezas y partículas de desgaste.

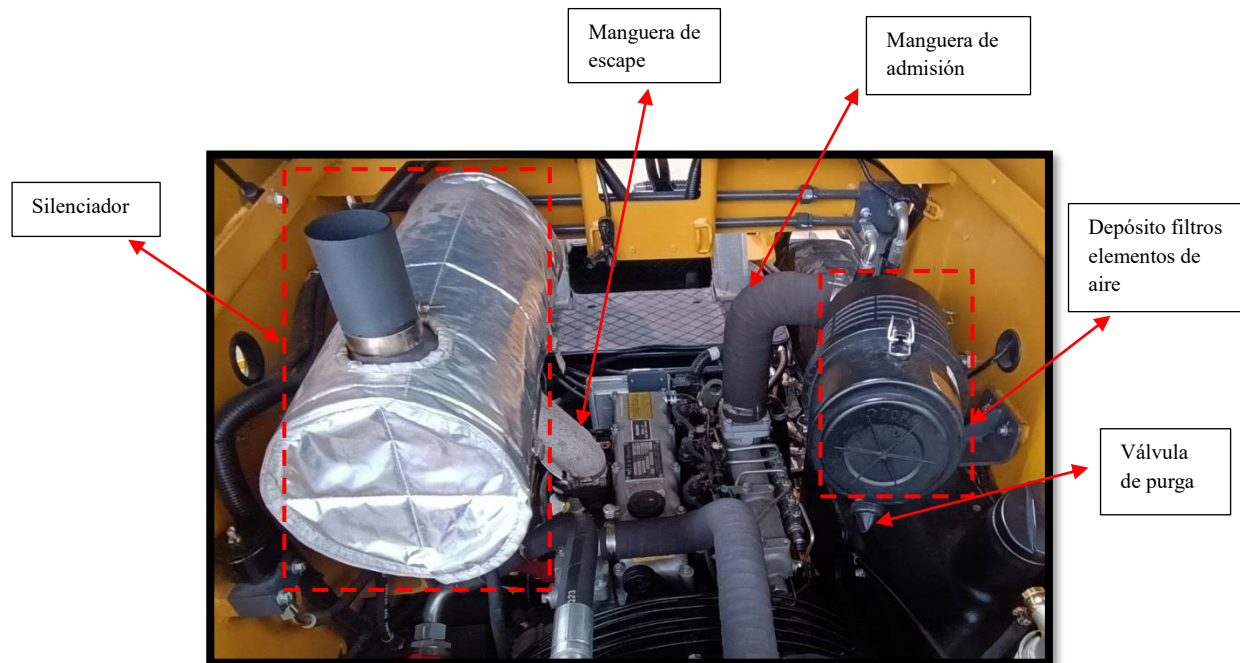
Retorno al Cárter:

- Después de lubricar las partes móviles el aceite vuelve al cárter, donde se enfría y se almacena hasta el próximo ciclo de lubricación.

1.7. Sistema de Alimentación de Aire y Escape

El sistema de alimentación de aire y escape de la Mini Cargadora XCMG XC740K es esencial para su rendimiento y eficiencia operativa. Este sistema asegura el suministro de aire limpio al motor y la expulsión efectiva de los gases de combustión.

Figura 41. Sistema de alimentación de aire y escape



Sistema de admisión y escape de la Minicargadora. Fuente: Daniel Ayala.

1.7.1. Funcionamiento del Sistema de Alimentación de Aire

El sistema de alimentación de aire de la Mini Cargadora XCMG XC740K se compone de:

Filtro de Aire:

- **Función:** Elimina partículas de polvo y contaminantes del aire antes de que llegue al motor, previniendo el desgaste y daños al interior del sistema.
- **Características:** Filtro primario el cual contiene papel filtrante, mientras que el secundario presenta un tipo de material afelpado.

Figura 42. *Filtro de aire primario*



Posición de desacople del filtro de aire primario del equipo. Fuente: Daniel Ayala.

Figura 43. *Filtro de aire secundario*



Posición de desacople del filtro de aire secundario del equipo. Fuente: Daniel Ayala.

Conductos de Aire:

- Función: Transportan el aire filtrado desde el filtro hasta el colector de admisión.
- Características: Diseñados para minimizar la resistencia al flujo de aire.

Colector de Admisión:

- **Función:** Distribuye el aire de manera uniforme a cada cilindro del motor.
- **Características:** Optimiza el flujo de aire y mejora la combustión.

1.7.1. Sistema de Escape

Figura 44. *Silenciador del equipo*



Silenciador de la Minicargadora, con su protector de calor de aluminio. Fuente: Daniel Ayala.

El sistema de escape de la Mini Cargadora XCMG XC740K incluye:

Colector de Escape:

- **Función:** Recoge los gases de escape de cada cilindro y los dirige hacia el tubo de escape.
- **Características:** Fabricado con materiales resistentes a altas temperaturas y corrosión.

Tubo de Escape:

- **Función:** Conduce los gases de escape desde el colector hasta el silenciador.
- **Características:** Diseñado para soportar altas temperaturas y presiones.

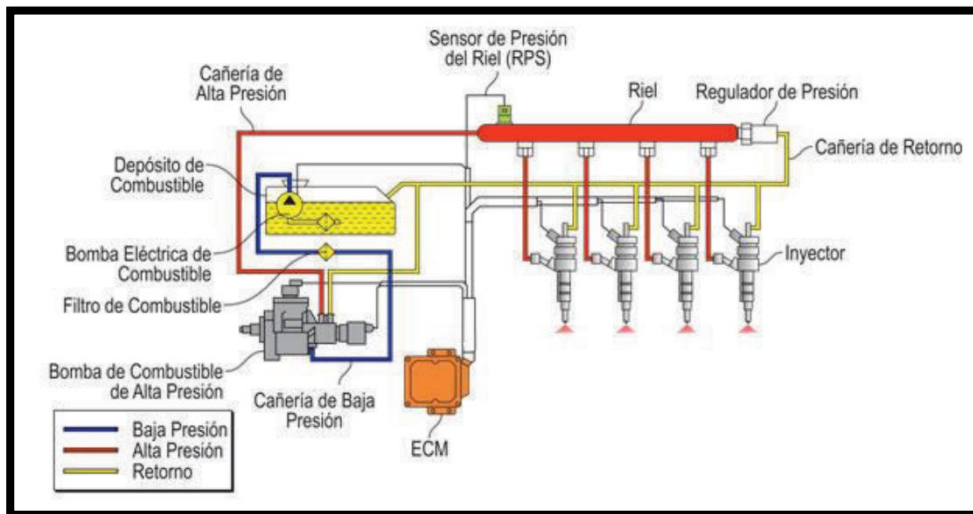
Silenciador:

- Función: Reduce el ruido producido por los gases de escape al ser expulsados del motor.
- Características: Utiliza cámaras y baffles para amortiguar el sonido, hecho de materiales resistentes a altas temperaturas y corrosión.

1.8.1. Funcionamiento del Sistema de Alimentación de Combustible

El sistema de alimentación de combustible de la Mini Cargadora XCMG XC740K es vital para que el motor reciba el combustible necesario de manera eficiente. Este sistema cuenta con tres filtros de combustible: dos trampas de agua y un filtro normal en la salida del tanque. Además, incorpora una bomba rotativa, un sistema de inyección Bosch equipado con tecnología CRDI (Inyección Directa por Common Rail) y un sistema de recirculación de gases de escape (EGR).

Figura 45. Circuito de inyección Common Rail



Sistema de Inyección CRDI de la Minicargadora. Fuente: (Barros Fajardo & Pulla Morocho, 2016)

1.7.2. Componentes del Sistema de Alimentación de Combustible

Tanque de Combustible:

- Función: Almacena el combustible necesario para que la mini cargadora funcione.
- Características: Diseñado para evitar fugas y minimizar la evaporación del combustible.

Filtro de Combustible Primario y Secundario:

- Ubicación filtro primario: En la salida del tanque de combustible.
- Ubicación filtro secundario: Entre el filtro primario y después de la bomba de transferencia de combustible.
- Función: Elimina partículas grandes e impurezas del combustible antes de que entre al sistema de alimentación.
- Características: Es un filtro básico pero esencial para evitar daños en los componentes del sistema de combustible.

Filtro Trampa de Agua:

- Función: Purifican el combustible eliminando partículas finas y agua que pueden causar problemas en el sistema de inyección.
- Características: Estas trampas están diseñadas para eliminar el agua del combustible, asegurando un flujo continuo y limpio de combustible hacia el motor.
- Ubicación: Instaladas en serie después del filtro de combustible normal.

Bomba Rotativa:

- Función: Lleva el combustible desde el depósito hasta el sistema de inyección.
- Características: Esta bomba de alta presión asegura un suministro constante de combustible, incluso en condiciones difíciles. Para mantener la presión requerida en el sistema CRDI.

Sistema de Inyección Bosch con CRDI:

- **Función:** El sistema Common Rail Direct Injection (CRDI) de Bosch inyecta el combustible directamente en las cámaras de combustión del motor a alta presión, lo que optimiza la eficiencia de la combustión y disminuye las emisiones.
Características: Este sistema utiliza un riel común (common rail), lo que mantiene el combustible a una presión constante y distribuye el combustible a los inyectores de cada cilindro de acuerdo con los requisitos del motor.

Inyectores de Combustible:

- **Función:** Atomizan el combustible en el aire de entrada para lograr una combustión ideal.
- **Características:** Están diseñados para proporcionar una distribución uniforme del combustible en los cilindros del motor.

Sistema EGR (Recirculación de Gases de Escape):

- **Función:** Reintegra una porción de los gases de escape de vuelta al motor, disminuyendo las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) y mejorando la eficiencia del combustible.
- **Características:** El sistema EGR incluye una válvula que controla la cantidad de gases de escape recirculados y un enfriador EGR para reducir la temperatura de estos gases antes de que reingresen al motor.

1.8. Sistema de Seguridad

La mini cargadora XCMG XC740K cuenta con un completo sistema de seguridad pensado para proteger al operador y mantener el equipo en condiciones óptimas durante su uso. A continuación, describimos estos sistemas, tomando en cuenta las imágenes proporcionadas.

1.9.1. Cabina de Protección y Visibilidad:

La cabina de la mini cargadora está diseñada con una estructura sólida que protege contra vuelcos (ROPS), garantizando la seguridad del operador en caso de un accidente. Además, ofrece

una excelente visibilidad panorámica y está complementada con espejos que permiten al operador ver claramente los alrededores de la máquina. Esta visibilidad es crucial para maniobrar en espacios reducidos y evitar colisiones, incrementando así la seguridad durante la operación.

1.9.2. Etiquetas de Advertencia y Barreras de Seguridad:

En la estructura de la máquina se pueden ver varias etiquetas de advertencia que indican peligros potenciales, como zonas donde el operador podría quedar atrapado. Las barreras de seguridad, como las placas alrededor del mecanismo de elevación, impiden el acceso no autorizado y ayudan a prevenir accidentes.

Estas etiquetas se dividen en los siguientes grupos identificadas por un color:

Tabla 7. *Distribución de etiquetas en función del color*

Blancas	Amarillas	Rojas	Naranjas
Informativas	Precaución	Peligro inminente	Peligro específico

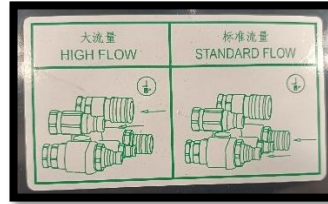
Codificación de color definidos por nivel de riesgos y advertencia presentes en el equipo.

Fuente: Daniel Ayala.

- **Etiquetas informativas:** Son etiquetas que brindan información puntual del equipo, en dónde pueden aportar datos de operación, mantenimiento o acoplamiento de accesorios del equipo.

Tabla 8. *Identificación de etiquetas informativas*

Información	Etiqueta
Identificación de acoples de alto flujo y de flujo regular para accesorios hidráulicos.	



Información de la empresa que diseñó y construyó al equipo

Empresa: XCMG (Xuzhou Construction Machinery Group Co., Ltd.)

Número de serie:
XUG0SR07CPCB08511



Identificación de tapones de drenaje de aceite en los sistemas de cadenas de traslación y tanque hidráulico.



Botón de emergencia del acumulador hidráulico.

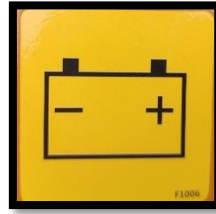


Etiquetas blancas informativas por codificación de color presentes en el equipo. Fuente: Daniel Ayala.

- **Etiquetas de Precaución:** Son etiquetas las cuales indican un posible peligro sienta el caso de no tomarlo en cuenta, este peligro puede incluir tanto al equipo como al operador, el cual llegándose a dar puede causar accidentes graves.

Tabla 9. Identificación de etiquetas de precaución

Información	Etiqueta										
Punto de levantamiento seguro.											
Etiqueta de prohibición de levantamiento en punto específico.											
Información del combustible recomendado por el fabricante: “diésel 0# para $\geq 4^{\circ}\text{C}$, -10# para $\geq -5^{\circ}\text{C}$, -20# para $\geq -14^{\circ}\text{C}$, y -35# para $\geq -29^{\circ}\text{C}$. Llénelo después de cada turno para evitar corrosión y deterioro. Añada diésel si el nivel está en la marca media”.	 <table border="1" data-bbox="974 966 1169 1071"> <thead> <tr> <th>环境温度 Environment T</th> <th>柴油牌号 Diesel oil trademark</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\geq 4^{\circ}\text{C}$</td> <td>0#</td> </tr> <tr> <td>$\geq -5^{\circ}\text{C}$</td> <td>-10#</td> </tr> <tr> <td>$\geq -14^{\circ}\text{C}$</td> <td>-20#</td> </tr> <tr> <td>$\geq -29^{\circ}\text{C}$</td> <td>-35#</td> </tr> </tbody> </table>	环境温度 Environment T	柴油牌号 Diesel oil trademark	$\geq 4^{\circ}\text{C}$	0#	$\geq -5^{\circ}\text{C}$	-10#	$\geq -14^{\circ}\text{C}$	-20#	$\geq -29^{\circ}\text{C}$	-35#
环境温度 Environment T	柴油牌号 Diesel oil trademark										
$\geq 4^{\circ}\text{C}$	0#										
$\geq -5^{\circ}\text{C}$	-10#										
$\geq -14^{\circ}\text{C}$	-20#										
$\geq -29^{\circ}\text{C}$	-35#										
Instrucciones para el manejo del equipo en relación con el uso del indicador de posición de la corta corriente	 <p>注意 CAUTION</p> <p>机器处于运输或24小时以上不工作时，请将指示杆拨至“0”（断开）位置；工作时请拨至“1”（接通）位置。</p> <p>Machine in transportation or shut down for over 24 hrs, place the indicator stem to position "0"(cut off), place it to position "1"(connection) when in work.</p>										
Señal de batería.											



Tapa del radiador peligro de alta temperatura y presión del sistema.



Etiqueta de consideraciones dentro del plan de mantenimiento recomendado por el fabricante.



Etiqueta de Advertencia para Apagar el Motor antes de Abrir la Rejilla Superior



Etiqueta de Advertencia para Manejo de Objetos Pesados/Frágiles.





Etiquetas amarillas de precaución por codificación de color presentes en el equipo.

Fuente: Daniel Ayala.

- **Etiquetas de Peligro inminente:** Son etiquetas las cuales indican peligros que puedan comprometer directamente la vida del operador de la máquina.

Tabla 10. Identificación de etiquetas peligro inminente




Información	Etiqueta
<p>Etiqueta de Peligro de Caída y Colisión de Balde. “Manténgase alejado de la máquina para evitar el peligro de caída del brazo y la colisión del balde”.</p>	
<p>Peligro potencial de colisión con la máquina.</p>	

Etiquetas rojas de peligro inminente por codificación de color presentes en el equipo.

Fuente: Daniel Ayala.

- **Etiquetas de peligro específico:** Estas etiquetas indican peligros de un sistema en específico de la máquina, siendo el caso de este modelo, indica la consideración del seguro de los brazos hidráulicos, los cuales en un proceso de mantenimiento preventivo pueden descender a causa del cambio de presión del sistema hidráulico.

Tabla 11. Identificación de etiquetas de peligro específico

Información	Etiqueta
<p>Etiqueta de Advertencia para Bloqueo de Cabina.</p>	
<p>Etiqueta de Advertencia para el Bloqueo del Cilindro y Barra de Seguridad.</p>	
<p>Etiqueta de Advertencia para Dirección de Movimiento y Riesgo de Caída de los brazos hidráulicos.</p>	

Etiquetas naranjas de peligro específico por codificación de color presentes en el equipo.

Fuente: Daniel Ayala.

1.9.3. Sistema de Retención del Operador:

El asiento del operador está equipado con un sistema de retención mediante cinturón de seguridad. resistente, construido para mantener al operador de la máquina en su lugar durante el funcionamiento. Esto es especialmente importante en terrenos irregulares o durante maniobras bruscas, ya que ayuda a mantener el control de la máquina.

1.9.4. Controles de Bloqueo de Seguridad:

La mini cargadora tiene controles que bloquean el funcionamiento si el operador no está correctamente posicionado o si los dispositivos de seguridad no están activados. Este sistema asegura que la máquina solo funcione cuando es seguro hacerlo, evitando arranques accidentales.

1.9.5. Alarmas y Señalización:

Está equipada con luces de advertencia y alarmas sonoras que alertan al operador sobre posibles problemas mecánicos o condiciones peligrosas. Estos sistemas permiten una respuesta rápida ante cualquier problema, reduciendo el riesgo de accidentes.

CAPÍTULO II

PLAN DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

2.1. Introducción al Plan de Mantenimiento

El mantenimiento planificado de la Mini Cargadora XCMG XC740K es esencial para garantizar su operatividad continua y eficiente, prevenir fallas inesperadas y extender la vida útil de sus componentes. Este plan se basa en las recomendaciones del fabricante y en prácticas de mantenimiento preventivo que se estructuran según las horas de operación del equipo. (Obando Macias, 2023)

2.1.1. Mantenimiento según las Horas de Operación

La mini cargadora XCMG XC740K de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la UPS requiere un mantenimiento basado en horas de trabajo debido a su uso dedicado a prácticas de laboratorio y periodos estacionarios en dónde el equipo no es usado. Este enfoque garantiza que los componentes se inspeccionen y mantengan según su desgaste por el uso real, previniendo fallos, asegurando la operatividad continua y segura del equipo. Cada intervalo de horas estipula tareas específicas de mantenimiento para maximizar la eficiencia y extender la vida operativa de la máquina.

- **Mantenimiento a las 10 Horas:** La primera inspección a las 10 horas es fundamental para identificar posibles problemas surgidos durante las primeras horas de operación. Este mantenimiento temprano permite detectar y corregir cualquier anomalía, asegurando que el equipo funcione correctamente y previniendo daños mayores que puedan resultar en reparaciones costosas y tiempos de inactividad. (Obando Macias, 2023)
- **Mantenimiento a las 50 Horas:** A las 50 horas, se requiere una revisión más detallada. Este mantenimiento es crucial para asegurar que todos los sistemas del equipo estén operando de manera óptima y que no haya desgaste prematuro en componentes críticos. Es un paso importante para prevenir problemas que podrían escalar y afectar significativamente el rendimiento del equipo. (Obando Macias, 2023)

- **Mantenimiento a las 250 Horas:** El mantenimiento programado a las 250 horas se enfoca en una inspección y ajuste más exhaustivos de los sistemas clave. Este mantenimiento es vital para mantener la eficiencia operativa del equipo, además de conseguir alargar la vida operativa de la máquina, identificando y corrigiendo problemas antes de que impacten negativamente en el funcionamiento del equipo. (Obando Macias, 2023)
- **Mantenimiento a las 500 Horas:** A las 500 horas, el mantenimiento de la minicargadora incluye la revisión de los sistemas hidráulico, eléctrico y de refrigeración. Se inspeccionan, limpian o se reemplazan filtros, se verifican conexiones eléctricas y niveles de fluidos, se realizan ajustes y reemplazos necesarios para asegurar el rendimiento y la seguridad del equipo. (Obando Macias, 2023)
- **Mantenimiento a las 1000 Horas:** El mantenimiento a las 1000 horas implica una revisión completa del equipo. Este mantenimiento es crucial para evaluar el estado general del equipo y realizar intervenciones preventivas que aseguren su operatividad continua. Es un punto clave para detectar y solucionar cualquier problema que haya surgido desde el último mantenimiento importante. (Obando Macias, 2023)
- **Mantenimiento a las 2000 Horas:** A las 2000 horas, se realiza un mantenimiento exhaustivo que abarca todos los sistemas del equipo. La importancia de este mantenimiento es crítica, ya que se enfoca en asegurar la máxima eficiencia y confiabilidad del equipo a largo plazo. Incluye la evaluación de la necesidad de reemplazo de componentes clave y la implementación de mejoras basadas en el desgaste y el uso del equipo. (León Losada, 2022)

2.1.2. Importancia del Plan de Mantenimiento en el Contexto Académico

En el contexto académico, la implementación de un plan de mantenimiento estructurado y detallado para la Mini Cargadora XCMG XC740K es vital. No solo asegura la disponibilidad y operatividad del equipo para actividades prácticas, sino que también proporciona a los estudiantes una experiencia de aprendizaje técnica en el área de ingeniería de mantenimiento aplicado a la maquinaria pesada. Aprender sobre el mantenimiento preventivo y correctivo en un entorno controlado incentiva la toma de decisiones efectiva para enfrentar los desafíos del mantenimiento de maquinaria pesada desde la logística que se considera en cada mantenimiento hasta el diseño y la planificación de cronogramas de mantenimiento dinámicos y eficientes. (Vega Angulo, 2022)

Figura 46. Plan de Mantenimiento Mini Cargadora XCMG XC740K

Plan de Mantenimiento Minicargadora XCMG XC740K										
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO POR SISTEMA	HORÓMETRO DEL EQUIPO									
	10	50	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
SISTEMA DE TRASLACIÓN										
Verificar el estado de los neumáticos y la presión de aire.	*									*
Inspeccionar tapas que contienen a las cadenas de traslación.	*									*
Inspeccionar el sistema de traslación mecánico (rodamientos, ejes, pernos, cañerías) y reemplazar si es necesario.						*				*
Revisar estado y funcionamiento de las cadenas de transmisión.			*							*
Revisar estado, tensión de cadenas y cambiar aceite de las cajas que contienen a las cadenas.						*				*
Revisar estado de los motores hidrostáticos (fugas, cañerías, suciedad)		*								*
Inspeccionar cilindros de Joysticks, limpiar si es necesario.		**								*
Reemplazar aceite de cadenas de traslación										+
SISTEMA HIDRÁULICO										
Revisar el sistema hidráulico y el nivel de fluido.	*									*
Inspección visual del sistema hidráulico (cañerías, depósito hidráulico, cuerpo de válvulas, bomba hidráulica, motores hidrostáticos, acumulador hidráulico) y filtros elementos (respiradero hidráulico, retorno hidráulico)		*		*						*
Reemplazo de O-Rin depósito hidráulico, inspección de tapa del depósito hidráulico.			+							*
Reemplazo filtro elemento respiradero hidráulico						+				+
Reemplazo filtro elemento de retorno hidráulico						+				+
Reemplazo aceite hidráulico cat hido advanced 10										* cuando el equipo es nuevo a las 100 horas + 6000 horas
Revisar presiones del sistema hidráulico e hidrostático.				*						*
Revisar estado y funcionamiento de todos los cilindros hidráulicos.				*						*
Verificar y reemplazar componentes principales del sistema hidráulico (si es necesario)										* + 6000 horas
SISTEMA DE ELÉCTRICO										
Verificar las conexiones eléctricas y el estado batería.	**									*
Verificar el funcionamiento del corta corriente.	**									*
Verificar el funcionamiento del sistema de precalentamiento del motor diésel.						**				*
Verificar el funcionamiento de los interruptores de asiento del operador, freno de				**						*
Desmontar, desarmar, revisar, armar y montar el arrancador. Reemplazar componentes internos según sea necesario.										* *
Desmontar, desarmar, revisar, armar y montar el alternador. Reemplazar componentes internos según sea necesario.										* *
Escanear el estado actual del equipo (Uso de escáner dedicado a maquinaria pesada)		*								*
Realizar una inspección completa del sistema eléctrico										**
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN										
Inspeccionar el sistema de refrigeración y el nivel de refrigerante.	*									*
Verificar el sistema de refrigeración y ajustar cañerías si es necesario.		*								*
Inspeccionar bomba de agua y termostato										*
Reemplazar tapa de radiador										+
Limpiar el sistema de refrigeración.						**				*
Reemplazar líquido refrigerante						**				+
SISTEMA DE LUBRICACIÓN										
Inspeccionar cañerías de lubricación	*									*
Verificar nivel de aceite del motor y rellenar si es necesario.	*									*
Lubricar puntos de engrase		*								*
Cambiar el aceite del motor y el filtro de aceite.			+							+
Reemplazar empaque de tapa válvulas										+
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AIRE Y ESCAPE										
Verificar y limpiar el filtro de aire.	**									*
Limpiar depósito del filtro de aire	**									*
Inspeccionar estructura soldada del silenciador de escape		*								*
Reemplazo de filtros de aire del motor diésel			+							+
Inspeccionar mangueras y múltiples de admisión y escape										*
Limpieza e inspección del sistema de admisión y escape						**				*
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE										
Inspeccionar el nivel de combustible.	*									*
Purgar trampas de agua del sistema de filtrado de combustible		**								*
Cambiar filtros de combustible.			+							+
Limpiar el tanque de combustible.						**				*
Lubricar bombas de transferencia			*							*
Mantenimiento de inyectores.						**				*
Reemplazo de bandas presentes en el motor						**				+
Desmontar, desarmar, asentar, limpiar, armar, calibrar y montar la bomba de inyección.						**				*
SISTEMA DE SEGURIDAD										
Inspeccionar comportamiento de encendido y apagado del equipo	*									*
Inspeccionar las luces y dispositivos de seguridad.	*									*
Inspección de seguro de los cilindros hidráulicos situados en los brazos	*									*
Inspección de la estructura ROPS de la cabina	*									*
Inspeccionar etiquetas de señalización en la estructura de la máquina		*								*

Plan de mantenimiento preventivo desarrollado a partir de las cero horas de operación. Fuente. Daniel Ayala

El presente plan de mantenimiento está enfocado en cinco actividades clave: examinación, cambios, limpieza, reparaciones y lubricación. Siguiendo estrictas recomendaciones de fabricantes para equipos premium, asegurando así la operatividad, seguridad y eficiencia de la minicargadora XCMG XC740K. La examinación regular permite detectar fallos tempranamente, los cambios de componentes críticos garantizan su rendimiento, la limpieza mantiene los sistemas libres de obstrucciones, las reparaciones corrigen cualquier desgaste o daño, y la lubricación adecuada minimiza el desgaste de las partes móviles. Este enfoque integral asegura que el equipo opere en condiciones óptimas, extendiendo su vida útil y mejorando la experiencia práctica de los usuarios.

2.2. Optimización del Plan de Mantenimiento en Base al Método TPM

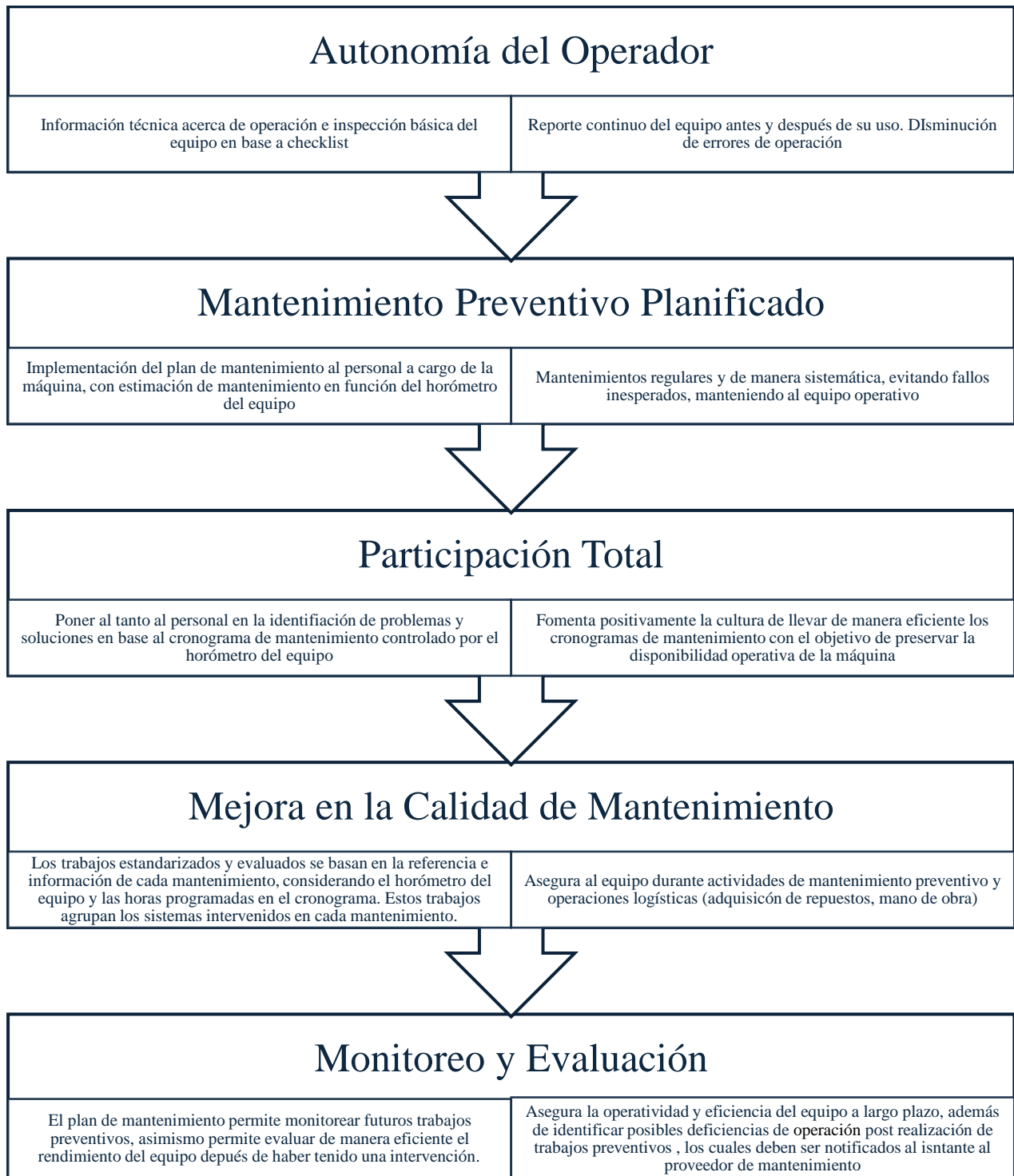
Con el objetivo de optimizar los procesos de mantenimiento de la máquina XCMG XC740K, es fundamental establecer procedimientos y consideraciones logísticas dentro del diseño del plan de mantenimiento, debido a que el objetivo es mejorar constantemente la efectividad del cronograma. El método TPM dentro del diseño de la propuesta del plan de mantenimiento se centra en la mejora y acciones continuas de todo el personal encargado del equipo. (Solís Meza & Torres Rodríguez, 2021)

Para la aplicación correcta del método TPM en una máquina, se consideran los siguientes factores logísticos durante la formulación del plan de mantenimiento:

- Autonomía del Operador.
- Mantenimiento Preventivo Planificado.
- Participación Total.
- Mejora en la calidad de Mantenimiento.
- Monitoreo y Evaluación.

Teniendo en cuenta estos factores en la elaboración de un plan de mantenimiento, se pueden conseguir beneficios importantes como la disminución del tiempo y los costos asociados con el mantenimiento preventivo. Además, se promueve la implicación directa del personal responsable del equipo en su cuidado y mantenimiento. La importancia del TPM en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo radica en la identificación eficiente de posibles problemas. En este caso, se observó que el manual de operación y mantenimiento proporcionado por el fabricante es poco intuitivo y deficiente, ya que no explica concretamente cómo ejecutar correctamente el plan de mantenimiento ni especifica de manera óptima cada sistema presente en la máquina. Además, carece de técnicas adecuadas de armado y desarmado. Finalmente, no proporciona tiempos estimados para la realización de cada mantenimiento, entre otros aspectos importantes.(Flores Serrano & Tacuri Jara, 2022)

Figura 47. Consideraciones para Aplicación del Método TPM en el Plan de Mantenimiento



Aplicación de la metodología TPM en el desarrollo y diseño de planes de mantenimiento preventivo en maquinaria pesada. Fuente: Daniel Ayala.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE DOCUMENTACIÓN DE EVALUACIÓN Y CONTROL

La documentación de evaluación y control no solo optimiza la eficiencia del mantenimiento, sino que también es crucial para disminuir la probabilidad de fallos en el equipo. Controlar de manera adecuada a partir de registros de control antes y después de la operación del equipo permite identificar rápidamente cualquier área que necesite atención. Además, esta documentación sirve como una herramienta de capacitación para el personal, asegurando que todas las tareas se realicen correctamente y de manera consistente. (Párraga Alvarado, 2023)





4.1. Componentes de la Documentación de Evaluación y Control

4.1.1. Modelo de Check List

El modelo de Check list desarrollado es una herramienta esencial para monitorear el estado del equipo antes y después de su uso. Este Check list incluye:

- **Verificación Visual:** Inspección de la máquina para detectar daños visibles o desgaste.
- **Niveles de Fluidos:** Comprobación de los niveles de aceite, refrigerante y líquido hidráulico, y aceite de transmisión.
- **Funcionamiento de Sistemas Críticos:** Verificación del correcto funcionamiento de controladores, luces y sistemas hidráulicos.
- **Limpieza y Orden:** Asegurar que el equipo esté limpio y libre de obstrucciones.

Figura 48. Check list del Equipo

Universidad Politécnica Salesiana - Carrera de Ingeniería Automotriz - Campus Sur					
CHECK LIST DEL EQUIPO					
 		DATOS DEL EQUIPO			
		MODELO:	XCMG XC740K		
		SERIE DEL EQUIPO:	XUGOSR07PCB08511		
		SERIE DEL MOTOR:	YCF3050-T302		
DOCENTE A CARGO DE LA PRACTICA					
LABORATORISTA:					
FECHA DE CHECK LIST:					
HORA DE CHECK LIST:					
CONTROL DE HORAS TRABAJADAS Y ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
HORÓMETRO DEL EQUIPO:		SI	NO	Cant. (%)	
EVALUACIÓN DEL EQUIPO					
SISTEMA DESDE EL SUELO		ESTADO			
Maquina General	BUENO	MALO	SI	NO	OBSERVACIONES
Limpieza					
Contrapesa					
Peldaeos					
Pala, Cuchara, Barredora, Martillo Hidráulico					
Herramienta de corte (Cuchilla, uñas)					
Engrasado					
Bastidor					
Cabina					
Ventanas					
Agarraderas					
NEUMÁTICOS					
Inflado					
Llanta					
Labrado					
Tuerca de fijación					
SISTEMA ELÉCTRICO					
Cableado eléctrico					
Motor de arranque					
Alternador					
Batería					
Luzes exteriores e interiores					
Baliza					
Bujía incandescencia					
Fusibles					
SISTEMA HIDRÁULICO					
Nivel de aceite hidráulico					
Bomba Hidráulica					
Cuerpo de válvulas					
Cilindros Hidráulicos					
Cuerpo de válvulas					
Cuberías hidráulicas					
Radiador					
Filtros					
MOTOR DIESEL Y TRANSMISIÓN					
Nivel de aceite Motor					
Nivel de refrigerante					
Mangueras de refrigeración					
Filtros de aire					
Filtros de combustible					
Filtro de aceite motor					
Bandas de motor					
Nivel y estado aceite de transmisión					
Eliminación agua en el combustible					
Fugas de fluidos					
CABINA					
Monitor de control					
Interruptores de operación y navegación					
Asiento del operador					
Cinturón de seguridad					
Traba hidráulica					
Bocina y alarma de retroceso					
Retrovisores					
Estructura ROPS					
Limpieza al interior de cabina					
Extintor					
Martillo de emergencia					
Joysticks de control					
OBSERVACIONES GENERALES:					
FIRMA DEL LABORATORISTA ENCARGADO					
FIRMA DEL COORDINADOR LABORATORIO					
APTA PARA OPERACIÓN					
NOTA: El presente check list ha sido diseñado para asegurar la operatividad y seguridad de la Min Cargadora XCMG XC740K. Su implementación es crucial para mantener el equipo en condiciones SI O NO:					

Check list diseñado para la evaluación y control previa operación del equipo. Fuente:

Daniel Ayala.

Tabla 12. *Beneficios de un Check list*

Beneficio	Resultado
Eficiencia Operativa	Facilita el reconocimiento anticipado de problemas, posibilitando intervenciones rápidas y eficaces.
Prevención de Fallos	Ayuda a identificar posibles fallos antes de que sucedan, reduciendo el tiempo de inactividad del equipo.
Aplicación del Personal	Proporciona una guía clara y estructurada para el personal, asegurando que todos los procedimientos de mantenimiento se realicen correctamente.

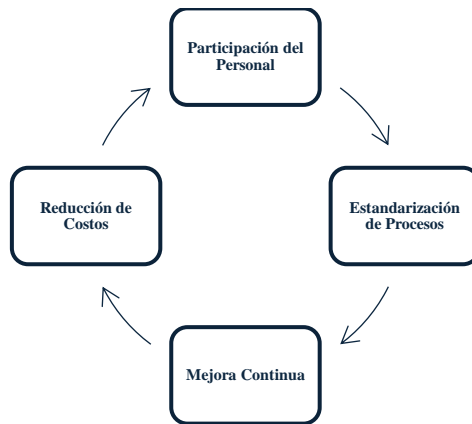
Aprovechamiento de la documentación de evaluación y control en maquinaria pesada.

Fuente: Daniel Ayala.

4.1.2. Integración del TPM en el Diseño de la Documentación de Evaluación y Control

La implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) es importante para la realización de actividades de mantenimiento y se refleja directamente en el diseño de la documentación de evaluación y control. El TPM busca maximizar la eficiencia de los equipos mediante el involucramiento de todo el personal que realiza actividades en el equipo, desde los estudiantes hasta el coordinador de taller. Integrar el TPM en la documentación ofrece los siguientes beneficios, como se puede observar en la figura 49. (De la Cruz Chamba, 2022)

Figura 49. *Ciclo de beneficios de la Documentación de Evaluación y Control considerando el método TPM*



Beneficios a corto plazo post implementación de la documentación de evaluación y control. Fuente: Daniel Ayala.

4.1.3. Consideraciones del Personal

El personal debe tener en cuenta varias consideraciones importantes antes de usar la Mini Cargadora XCMG XC740K:

- Seguridad: Seguir siempre las normas de protocolos de seguridad establecidos y el uso apropiado del equipo de protección personal.
- Procedimientos Correctos: Adherirse estrictamente a los procedimientos de evaluación descritos en la documentación de control.
- Reporte de Anomalías: Reportar inmediatamente cualquier anomalía o problema identificado durante las inspecciones.

4.1.4. Importancia de la Aplicación

La implementación de esta documentación de evaluación y control es crucial para garantizar la seguridad y eficiencia en el uso de la Mini Cargadora XCMG XC740K. Al seguir un modelo de Check list y considerar las recomendaciones para el personal, se garantiza que el equipo se mantenga en condiciones ideales, prolongando su vida útil y mejorando su rendimiento. Además de crear una cultura en diseño e implementación de la ingeniería de mantenimiento en estudiantes.

CAPÍTULO IV

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Desarrollar un manual de procedimientos para mantenimiento preventivo para la Minicargadora XCMG XC740K es fundamental para garantizar su operatividad, eficiencia y seguridad continuas. Este manual proporciona una guía detallada para realizar inspecciones y mantenimientos periódicos, optimizando los procesos en función de las horas estimadas para cada intervención. Al tomar como referencia los tiempos establecidos por la empresa DITECA S.A., se puede mejorar significativamente la logística y el rendimiento operativo de la máquina, contribuyendo a la reducción de costos y minimizando los tiempos de inactividad.

5.1. Consideraciones De seguridad Industrial

En la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la Mini Cargadora XCMG XC740K, es fundamental incorporar consideraciones de seguridad industrial basadas en normativas vigentes para asegurar un entorno de trabajo seguro y óptimo. Una de las normas más relevantes en este contexto es la NTE INEN-ISO 45001:2018, que establece pautas para la gestión de la seguridad y salud laboral (SST).

5.1.1. Normativa NTE INEN-ISO 45001:2018 de Seguridad y Salud Ocupacional

Esta normativa internacional ofrece un esquema para potenciar la seguridad y el bienestar de los trabajadores, minimizando riesgos y fomentando un entorno laboral saludable y seguro. A continuación, se presentan los principales aspectos de seguridad industrial a considerar, de acuerdo con esta norma:

a) Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

- Llevar a cabo una identificación completa de todos los riesgos potenciales en el entorno laboral de la mini cargadora.
- Evaluar los riesgos vinculados a estos peligros y establecer las medidas preventivas requeridas para reducirlos.

b) Control de Riesgos

- Aplicar medidas de control como barreras físicas, señalización adecuada y procedimientos de trabajo seguros para separar o eliminar los peligros identificados.
- Reorganizar el trabajo y mejorar los procesos para minimizar la exposición a los riesgos.

c) Equipos de Protección Personal (EPP)

- Proveer al personal técnico de mantenimiento y a los operadores con EPP adecuado, incluyendo cascos, guantes, lentes de seguridad, protectores auditivos, zapatos y prendas de seguridad.
- Asegurar que todo el personal reciba formación sobre el uso correcto y el mantenimiento de los EPP, en base a las regulaciones del patio taller de la carrera de Ingeniería Automotriz de la UPS.
- Prohibir el uso de dispositivos electrónicos (celulares, relojes inteligentes, etc.).
- Prohibir el uso de cadenas, pulseras, anillos o accesorios que puedan comprometer al técnico de mantenimiento o al equipo.

d) Señalización y Comunicación Efectiva

- Colocar etiquetas de advertencia en zonas peligrosas y alrededor de los mecanismos de la mini cargadora (conos).
- Implementar sistemas de comunicación clara y efectiva para informar sobre los riesgos y las medidas de seguridad.

e) Procedimientos de Trabajo Seguro

- Desarrollar y documentar procedimientos de trabajo seguro que incluyan instrucciones detalladas para la operación y mantenimiento de la mini cargadora.
- Realizar evaluaciones regulares de seguridad para garantizar la ejecución de estos procedimientos.

f) Gestión de Residuos y Sostenibilidad

- Introducir prácticas de gestión de residuos que cumplan con las normativas ambientales y fomenten la sostenibilidad.
- Asegurar el manejo adecuado de materiales peligrosos y su disposición conforme a las regulaciones del patio taller de la carrera de Ingeniería Automotriz de la UPS.

5.2. Optimización de Procesos Preventivos Mediante el Control del Horómetro del Equipo

La planificación y ejecución de mantenimientos preventivos basados en el control de horas de operación son esenciales para optimizar los procesos y mejorar la eficiencia logística. Al establecer un cronograma detallado que se base en el manual de mantenimiento proporcionado por el fabricante y los tiempos reales utilizados por DITECA S.A., se puede anticipar y preparar las intervenciones de manera más efectiva. Este enfoque asegura que cada mantenimiento se realice oportunamente, evitando fallos inesperados, mejorando su eficiencia y alargando la utilidad del equipo.

La inspección de horas de operación y la programación de mantenimientos específicos permiten:

- Reducción de Tiempos de Inactividad: Realizar mantenimientos programados minimiza las interrupciones inesperadas en el funcionamiento del equipo, asegurando una disponibilidad constante para las actividades académicas y prácticas.
- Planificación Eficiente de Recursos: La anticipación de las necesidades de mantenimiento permite gestionar mejor los recursos, asegurando que las piezas de repuesto y los insumos estén disponibles cuando se necesiten, mejorando los tiempos logísticos.
- Optimización de Costos: La programación adecuada de los mantenimientos preventivos reduce la necesidad de reparaciones costosas al evitar fallos graves. Además, permite una mejor planificación del presupuesto de mantenimiento,

anticipando al taller del costo que tendrán que considerar en el siguiente mantenimiento.

5.3. Importancia del TPM en los Procesos de Mantenimiento

El método de Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una estrategia integral para optimizar los procesos de mantenimiento y evitar fallos en el equipo. Este enfoque involucra a todos los estudiantes, laboratoristas y docentes que hagan uso de la máquina, además de enfocarse a la eficiencia operativa del equipo.

La incorporación del TPM en la elaboración del manual de procedimientos integrales de mantenimiento preventivo ofrece múltiples beneficios:

Tabla 13. *Beneficios de un manual de procedimientos basado en el método TPM*

Beneficio	Resultado
Prevención de fallas de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de mantenimiento realizadas sistemáticamente. • Consistencia en cada mantenimiento preventivo. • Reducción de errores de mantenimiento. • Reducción de fallos del equipo. • Simplifica y estandariza los procedimientos de mantenimiento.
Reducción de tiempos de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la eficiencia operativa. • Menor tiempo de inactividad de la máquina.
Facilitación del entendimiento del personal	<ul style="list-style-type: none"> • Simplifica la comprensión del funcionamiento de cada sistema que compone al equipo.

Disminución de Riesgos Laborales

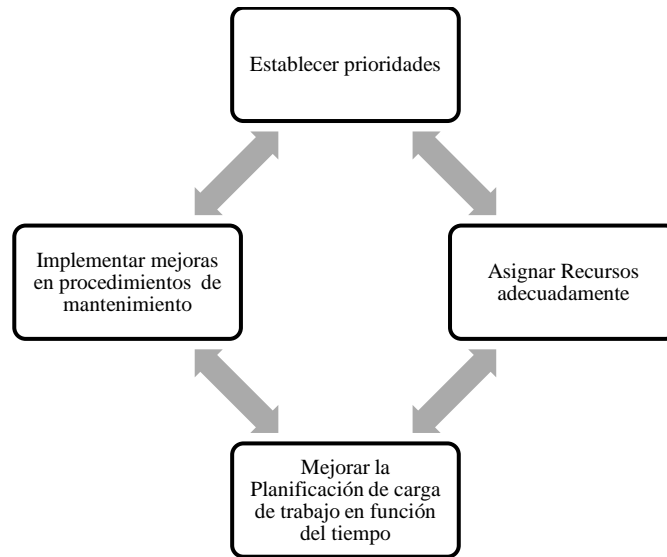
- Ejecuta de manera específica cada mantenimiento en función del horómetro y su plan de mantenimiento.
 - La documentación de evaluación y control permite que tanto como operadores como supervisores comprendan el estado actual del equipo.
 - Consideraciones de seguridad laboral en base a normativas ecuatorianas.
 - Disminución de accidentes de operación y mantenimiento.
-

Beneficios directos al implementar un manual de procedimientos de mantenimiento preventivo en maquinaria pesada. Fuente: Daniel Ayala.

5.4. Consideraciones Logísticas

La elaboración de un manual de procedimientos de mantenimiento preventivo que considere los tiempos de mantenimiento es esencial para optimizar la logística y la eficiencia operativa. Al definir claramente los tiempos estimados para cada intervención, basados en la experiencia de DITECA S.A, se puede considerar la siguiente secuencia logística presentada en la figura 50, para la optimización de procesos de mantenimiento:

Figura 50. *Ciclo logístico aplicado al manual de procedimientos de mantenimiento preventivo*



Logística aplicada en el desarrollo de un manual de procedimientos de mantenimiento preventivo. Fuente: Daniel Ayala.

5.5. Manual de Procedimientos de Mantenimiento Preventivo

El manual de procedimientos integrales de mantenimiento preventivo diseñado en el presente proyecto con enfoque técnico tiene como objetivo establecer una metodología que facilite detallar los trabajos de mantenimiento, con el fin de optimizar el rendimiento del equipo mediante estrategias preventivas. Su importancia es llevar a cabo trabajos preventivos de manera más eficaz, aumentando la durabilidad del equipo y asegurando su disponibilidad inmediata cuando sea necesario.

Además, este manual de procedimientos, basado en estrategias de mantenimiento integral, está diseñado para ser intuitivo para el personal de la carrera de Ingeniería Automotriz, ya que se enfoca en los trabajos de mantenimiento programados desde las cero horas del equipo. Se describe una secuencia de actividades paso a paso para cada intervalo de mantenimiento, basado en plan de mantenimiento inicial previamente establecido.

El manual de procedimientos integrales de mantenimiento preventivo estará dividido de la siguiente manera:

- **Mantenimiento del operador:** Inspecciones visuales y de limpieza basadas en un Check list previamente diseñado, el cual tendrán que ser realizados cada 10 horas.
- **Mantenimiento realizado por el personal técnico:** Este mantenimiento es realizado por personal capacitado en mantenimientos de maquinaria pesa, estos mantenimientos intervienen de manera integral cada sistema que compone al equipo, asimismo, estas actividades son controladas por el horómetro de la máquina en función del plan de mantenimiento definido para el equipo.
- **Mantenimiento de 10 horas:** Este mantenimiento es enfocado para que pueda realizarlo el operador del equipo, el cual incluye actividades de limpieza del equipo, además de poder registrar el estado actual del equipo, el operador puede basarse en cómo se distribuye el equipo en función de los mapeos realizados anteriormente, además de llevar su hoja de control, la cual será aprobada una vez concluido el uso del equipo por los encargados de la máquina.
- **Mantenimiento de 50 horas:** Inspecciones basadas en el mantenimiento de 10 horas, con la diferencia que estos mantenimientos tienen presencia semanalmente, con el fin de llevar un control de cierre semanal en donde puedan identificarse problemas u novedades que afecten la operación de la siguiente semana. En estos mantenimientos se recomienda realizar un engrase del equipo y completar niveles de fluidos siempre y cuando sean necesarios, además de realizar una limpieza de cabina y exterior del equipo.
- **Mantenimiento de 250 horas:** En este mantenimiento ya se aplican reemplazos de partes y/o fluidos (Aceite, refrigerante), y limpiezas en los sistemas de manera específica.
- **Mantenimiento de 500 horas:** Mantenimiento enfocado al sistema eléctrico en función de la evaluación y control de actuadores eléctricos, sistema de seguridad y dispositivos de iluminación.
- **Mantenimiento de 1000 horas:** En este mantenimiento se enfoca a inspeccionar y reemplazar fluidos (refrigerante, lubricantes), elementos de sujeción como pernos, tuercas, etc. Mientras que se toma en cuenta el estado del motor, desde la

alimentación de combustible y la evaluación de las bandas y tensores presentes en este. Mientras que el sistema hidráulico ya cuenta con un mantenimiento inicial, el cual requiere el reemplazo de los filtros elementos (filtro respiradero hidráulico, elemento retorno hidráulico).

- **Mantenimiento de 2000 horas:** Mantenimiento exhaustivo de todos los sistemas presentes en el equipo, considerando el reemplazo de partes y elementos en su totalidad, además de evaluar y verificar el estado de componentes los cuales requiera reparar o reemplazar de cada sistema.

5.5.1. Mantenimiento de 10 horas

Tabla 14. *Inspección de neumáticos (10 horas)*

Inspección de neumáticos

- Verificar el estado del caucho y forma de los neumáticos
 - Verificar la presión de aire de los neumáticos
 - Verificar el labrado mínimo del neumático.
1. Verificar alrededor de los cuatro neumáticos la presencia de elementos externos que puedan dañar al caucho del neumático.
 2. Inspeccionar el tipo de suciedad (lodo, escombros) y limpiar si es necesario.
 3. Desacoplar la tapa de la válvula de aire y conectar el Barómetro hasta verificar la presión deseada la cual debe estar a (PSI 80 – Bar 5.51)



-
4. Posicionar al calibrador de profundidad en dos posiciones, en el centro del neumático y a un costado manteniendo la misma línea horizontal del punto de medida inicial. Medidas recomendadas: Centro (mínimo 20 mm), extremo (mínimo 5 mm).



Tabla 15. *Verificación del estado de las tapas de las cadenas de traslación (10 horas)*

Verificación del estado de las tapas de las cadenas de traslación (10 horas)

- Verificar el estado de las tapas que contienen en su interior a las cadenas de traslación, además de identificar posibles fugas.
1. Ubicar al equipo en un lugar en dónde se pueda realizar la inspección.
 2. Verificar el estado y número de pernos (8).
-



3. Verificar estado del empaque de las tapas.
4. Verificar el estado del tapón de drenaje (si existe fugas).
5. Verificar el estado del Tapón de llenado.



Tabla 16. *Inspección del sistema hidráulico y nivel del fluido. (10 horas)*

Inspección del sistema hidráulico y nivel del fluido.

- Verificar el estado del sistema hidráulico considerando cañerías, motores hidrostáticos, cuerpo de válvulas, nivel del fluido hidráulico, enfriador hidráulico, estado del tanque de reserva, (estructura, tapa, empaques).
1. Abrir la compuerta del motor, acoplar la traba y elevar la rejilla trasera.



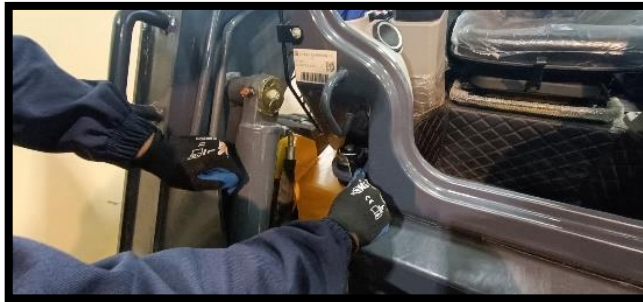
Trava de
puerta

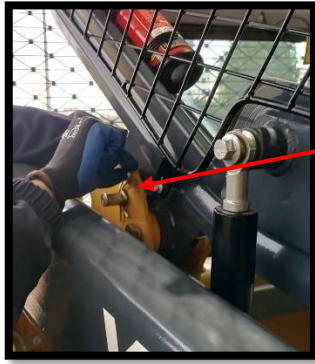


2. Elevar los brazos hidráulicos del equipo y colocar la traba mecánica.



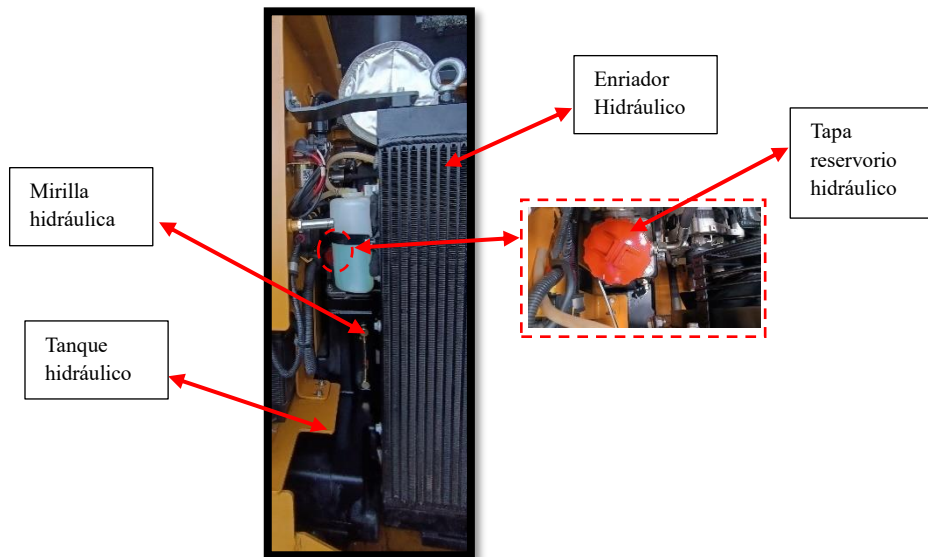
3. Desacoplar los seguros de cabina, acoplar el pasador (seguro de cabina) y elevarla con el fin de tener acceso al sistema hidráulico (bomba, motores hidrostáticos).



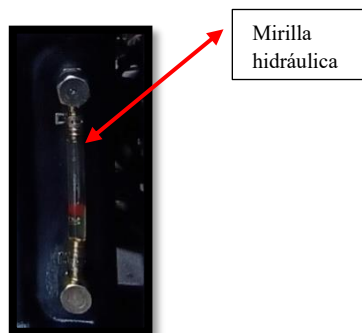


Pasador (Seguro de cabina)

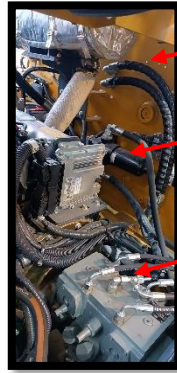
4. Posicionarse en el tanque hidráulico y realizar la inspección visual de los componentes presentes.



5. Inspeccionar nivel de aceite en la mirilla hidráulica.



6. Inspeccionar la forma de las cañerías e identificar posibles fugas a causas de cortes en la estructura de las mangueras, inspeccionar acopes hidráulicos.
-



Mangueras

Acumulador
hidráulico

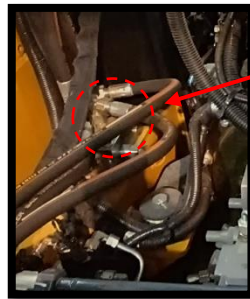
Acoples



Cañerías
exteriores

Mangueras
exteriores

7. Inspeccionar de manera visual al cuerpo de válvulas (presenta fugas, daños en los acoples y cañerías, etc.).



Cuerpo de
válvulas

8. Inspeccionar estado de motores hidrostáticos (fugas, estructura, suciedad).



9. Inspeccionar estado de la bomba hidráulica. presenta fugas, daños en los acoples y cañerías, etc.).
-



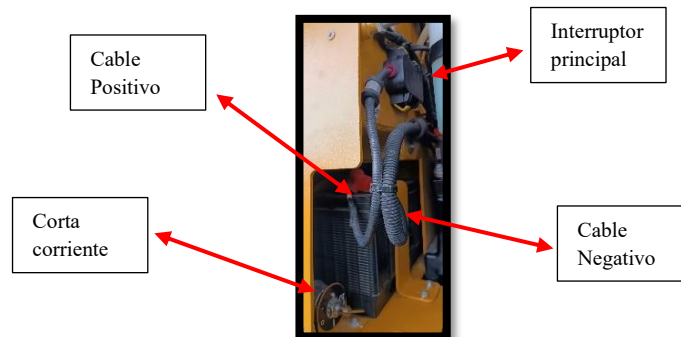
Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 17. *Verificar conexiones eléctricas y estado de batería (10 horas)*

Conexiones eléctricas y estado de batería

- Verificar el cableado superficial e interno del equipo, enfocándose en las conexiones de los componentes eléctricos del equipo

1. Identificar conexiones de la batería y estado de la corta corriente



2. Inspección visual del cableado eléctrico.



Conexiones
de la ECU



3. Inspección conexiones del alternador y motor de arranque

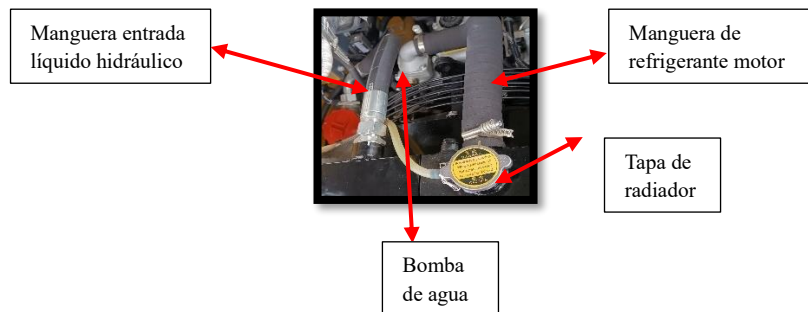


Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 18. *Inspección del sistema de refrigeración y nivel de refrigerante (10 horas)*

Inspección visual del sistema de refrigeración

- Inspeccionar estado de mangueras y acoples de refrigerante del motor.
 - Inspeccionar estado de mangueras y acoples del enfriador hidráulico.
 - Inspección del radiador del motor.
 - Inspección del radiador del sistema hidráulico.
 - Inspección del ventilador.
1. Inspeccionar el estado de mangueras y acoples del sistema de refrigeración.



2. Verificar el nivel de líquido refrigerante



3. Verificar el estado y nivel de suciedad del ventilador.



4. Verificar el estado de la estructura del radiador del motor y del enfriador hidráulico.



Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 19. *Inspección del sistema de lubricación del motor (10 horas)*

Inspección sistema de lubricación del motor

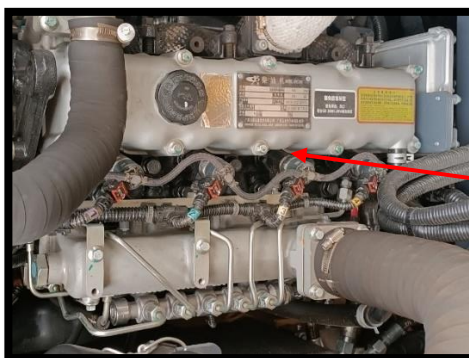
- Verificar nivel de aceite.
 - Verificar estado del aceite.
 - Inspección de cañerías y empaques de lubricación en el motor.
1. Inspección del nivel de aceite: Con la Bayoneta, identificar de manera visual el nivel de aceite y el estado de este.
-



2. Inspeccionar estado de la tapa de aceite motor (que no exista la presencia de mezcla de refrigerante, alimaya).



3. Inspeccionar de manera visual los conductos de lubricación (mangueras, empaque de tapa válvulas, mangueras).



Puntos con posible presencia de aceite

Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 20. *Limpeza del depósito y filtro de aire. (10 horas)*

Limpeza del depósito y filtro de aire

- Purgar al depósito.
 - Limpiar el filtro de aire primario y secundario.
 - Limpiar el depósito del filtro.
-

-
- Inspeccionar mangueras de admisión y escape.

1. Purgar el depósito aplastando la válvula de manera continua por 5 veces.



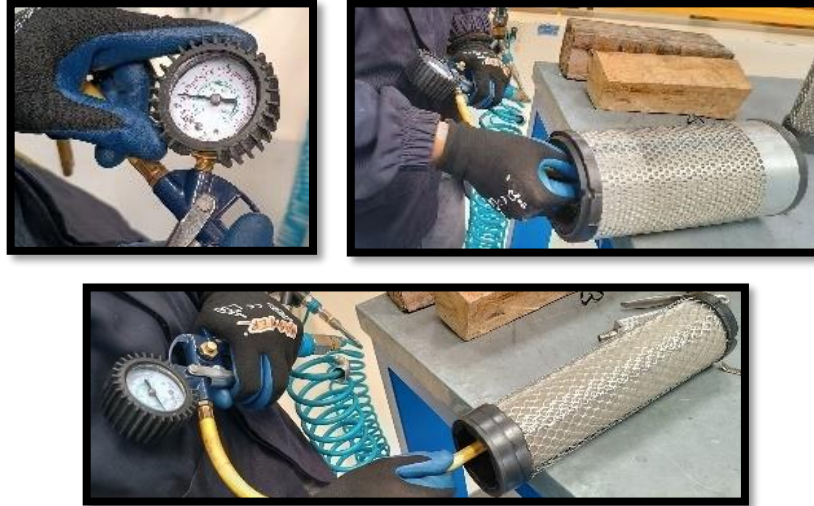
2. Desvincular las vinchas (4) de la tapa del depósito del filtro de aire.



3. Desacoplar la tapa del filtro y desvincular el filtro primario y secundario.



4. Con la ayuda de una pistola de aire, se debe realizar la limpieza del filtro, la presión ideal con el fin de no dañar al papel filtrante es de 30 Bar aproximadamente, realizando la limpieza de adentro hacia afuera, dando movimientos circulares.
-



5. Montar y armar.

Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 21. *Inspeccionar el nivel de combustible y estado del filtro del tanque (10 horas)*

Inspección sistema de alimentación

- Inspección visual de la tapa del tanque de combustible.
 - Inspección del filtro del tanque de combustible.
 - Inspección de cañerías de combustible.
 - Inspección del nivel de combustible.
1. Desvincular la tapa del tanque de combustible, verificando el estado (presencia de suciedad).
 2. Identificar el filtro del tanque inspeccionando el nivel se suciedad o residuos presentes.
-

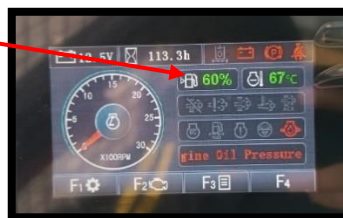


3. Inspección visual de mangueras y acoples de los tres filtros presentes en el sistema, identificando posibles fugas de combustible.



4. Verificar el porcentaje de combustible en el monitor de control del equipo.

Nivel de combustible



Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 22. Inspección del sistema de seguridad (10 horas)

Inspección del sistema de seguridad

- Inspeccionar comportamiento de encendido y apagado del equipo.
 - Inspeccionar las luces y dispositivos de seguridad.
 - Inspección de la traba mecánica situado en el brazo hidráulico.
 - Inspección de la estructura ROPS de la cabina.
1. Encender al equipo e interpretar los datos obtenidos en el monitor, identificar sonidos, olores y aspectos visuales anormales del equipo (color y cantidad de gases anormales por el tubo de escape).



2. Apagar al equipo e identificar sonidos, olores o aspectos visuales anormales del equipo.
3. Encender todas las luces del sistema e inspeccionar su correcto encendido.



4. Inspeccionar el correcto funcionamiento de la bocina y alarma de retroceso.
 5. Verificar el estado de la cabina ROPS, considerando deformaciones en su estructura, mallas laterales y estado de la ventana superior.
-



6. Identificar posibles deformaciones de la traba, considerando que su pasador se encuentre en buen estado con sus etiquetas de seguridad.



Fuente: Daniel Ayala.

5.5.2. Mantenimiento de 50 horas

Tabla 23. *Inspección semanal del sistema de tracción e hidráulico (50 horas)*

Evaluación del sistema de tracción e hidráulico

- Revisar estado de los motores hidrostáticos (fugas, cañerías, suciedad)
 - Inspeccionar cilindros de Joysticks, limpiar si es necesario.
1. Repetir los procesos de apertura de cabina y compuertas de motor especificados en la tabla 14.
 2. Inspeccionar cañerías, mangueras y acoples del equipo, identificado posibles fugas de aceite hidráulico. Repetir los procesos de inspección de la tabla 14.
 3. Inspeccionar bomba hidráulica y sus respectivas conexiones, limpiarlas si es necesario. Repetir los procesos de inspección de la tabla 14.
 4. Evaluar el estado de los cilindros hidráulicos, identificando posibles fugas o deformaciones en su estructura, limpiar a los componentes si es necesario (pluma y cilindros hidráulicos de accesorios). Repetir los procesos de inspección de la tabla 14.
 5. Desacoplar los guardapolvos de los joysticks de tracción y movimiento de accesorios e identificar el estado de los pistones (suciedad, fuga de aceite, elementos trabados o deformados), limpiar si es necesario).
-



Guardapolvo

Pistones
hidráulicos



Paño de
microfibra



Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 24. *Evaluación sistema eléctrico*

Evaluación con equipo de diagnóstico

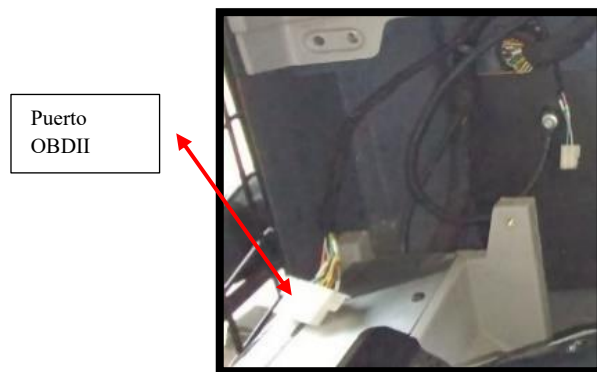
- Identificar posibles averías u códigos de falla presentes en el equipo
 - Evaluar el estado y desempeño de los componentes del equipo.
 - Evaluar caja de fusibles y relés.
1. Desvincular a la tapa que se encuentra detrás del asiento del operador. (6 tornillos)



2. Desvincular la tapa de fusibles.



3. Situarse al lado izquierdo y verificar el puerto OBDII.





4. Conectar al escáner y poner al interruptor en punto de contacto.



- a) Iniciar al escáner
- b) Situarse en la opción de diagnóstico y en el buscador escribir la palabra “Yuchai”, la cual es la marca del fabricante del motor de la máquina.
- c) Seleccionar en la opción “De acuerdo”
- d) Seleccionar en la opción “Bosch identification”.
- e) Seleccionar en la opción “Bosch system selft-identification”
- f) Seleccionar en la opción de “YuChai P1730EDC17CV44/54
- g) Seleccionar en la opción de “Read Data System”
- h) Escoger todas las opciones de lectura en tiempo real.
- i) Revisar los datos en tiempo real con la opción de “Grafico”
- j) Evaluar el estado del motor aumentando y disminuyendo las RPMS, con el fin de identificar una posible varianza y fallo del sistema.
- k) Seleccionar la opción de informe e imprimir reporte para archivarlo en el control semanal.

Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 25. Sistema de refrigeración

Evaluación y ajuste del sistema de refrigeración

- Identificar estado de mangueras y cañerías de refrigeración
 - Evaluar el estado del radiador y enfriador hidráulico
 - Evaluar la cantidad de líquido refrigerante y rellenar si es necesario.
 - Inspeccionar la tapa del radiador.
1. Repetir los procesos de inspección de la tabla 18.
 2. Proceso de llenado del líquido refrigerante (si se requiere): Con un embudo colocar el líquido refrigerante en el depósito de retorno, mientras que al galón de líquido refrigerante se debe colocar de manera horizontal con el fin de que el fluido ingrese de manera controlada sin desperdiciar el líquido.



3. Desvincular la tapa del radiador e identificar si existe la presencia de suciedad, agua o aceite en el sistema.



Fuente: Daniel Ayala.

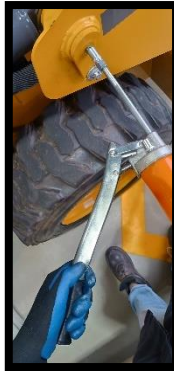
Tabla 26. *Sistema de lubricación*

Lubricar los puntos de engrase

- Contar los puntos de engrase del equipo considerando las zonas de fricción o movimiento.
 1. Verificar los puntos de engrase presentes en el equipo.
 2. Verificar el estado de la herramienta de engrase (engrasadora).
 3. Verificar que la grasa que esté en la herramienta sea a base de litio.



4. Evaluar el estado de los puntos de engrase (suciedad, presencia de tapones de plástico, presencia de agua o escombros).
5. Colocar la punta de engrasadora con el acople adecuado en el punto de engrase y comenzar a bombear constantemente, hasta identificar la salida de la grasa antigua (referencia: grasa de color verdosa con presencia de suciedad).





Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 27. *Inspección de la estructura soldadura del silenciador de escape*

Soldadura Silenciador

- Identificar la estructura y estado del silenciador del equipo, con el fin de identificar fallas en el sistema de escape.
 - Verificar el estado de la manguera de escape del motor.
 - Verificar el estado de las amarras metálicas presentes.
1. Desvincular el protector que cubre al silenciador, verificando el estado de las correas.



2. Identificar posibles roturas del protector en el caso de que se identifique oxido en el cuerpo del silenciador.
3. Identificar puntos quemados del protector.



-
4. Evaluar el estado de los puntos de soldadura del silenciador, verificando la presencia de óxido, suciedad u ruptura del elemento.



5. Identificar presencia de hollín en la unión del silenciador y el tubo de escape, con el fin de identificar posibles fugas.



6. Evaluar el estado de la manguera de escape y correas.

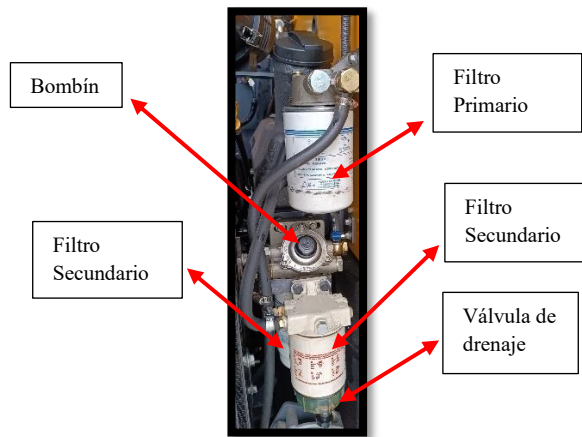


Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 28. Sistema de alimentación de combustible y etiquetas de seguridad

Purgar sistema de filtrado (Trampa de agua)

- Identificar la cantidad de agua presente en el sistema.
 - Controlar el paso limpio del combustible al sistema de inyección.
 - Identificar la calidad del combustible en base a la cantidad de agua y suciedad filtrada.
1. Identificar los dos filtros primario y secundario, los cuales tengan un bombín y un sangrador en sus bases (válvula de drenaje).



2. Con la mano en sentido antihorario, aflojar la válvula y drenar al combustible cuidando con un recipiente con el fin de no contaminar con los residuos a los demás elementos del sistema.



3. En función de los mapas del equipo y las tablas 8,9,10,11. Proceder a realizar la evaluación e inspección de las etiquetas de seguridad, considerando: Rupturas, cortes, desgaste de la puntura de impresión o pérdida de la etiqueta.

Fuente: Daniel Ayala.

5.5.3. Mantenimiento 250 horas

Tabla 29. *Evaluación de las cadenas de traslación*

Inspección del funcionamiento de las cadenas de traslación internas del equipo

- Inspeccionar fugas.
 - Evaluar la cantidad de suciedad que se presenta en el sistema.
 - Determinar daños y/o unidades perdidas en elementos de fijación (pernos)
 - Identificar el estado del aceite de las cadenas.
 - Evaluar el estado del empaque de las cadenas de traslación.
 - Proceso de elevación para la máquina en el elevador
1. Situar al equipo sobre el elevador considerando los puntos de contacto en dónde será elevada la máquina. Colocar cartones debajo de cada punto con el fin de no perjudicar a la estructura.



2. Colocar debajo de la pala una platina metálica con el fin de no perjudicar a la superficie del taller, debido a que la pala debe tener contacto con la superficie para poder controlar su elevación. La pala debe estar levantada y extendida hacia delante.

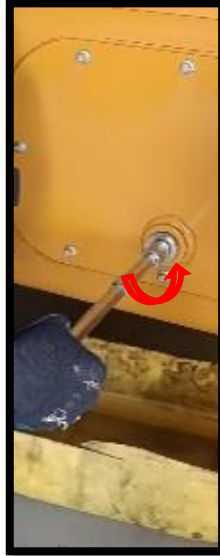




3. Controlar la elevación dependiendo de sus necesidades.
4. Desacoplar los neumáticos.



5. Desacoplar en sentido antihorario el tapón de llenado, con la ayuda de un dado número 24 y una palanca de fuerza y situar a un recipiente debajo del tapón de llenado con el fin de evitar ensuciar el área.
-



6. Con una media vuelta, una extensión y un dado número 10, aflojar en sentido antihorario los 8 pernos presentes situados en la tapa de las cadenas.



7. Desvincular la tapa que cubre al sistema y realizar las siguientes pruebas:
- a) Encender al equipo
 - b) Quitar el botón de parqueo y bloqueo de joysticks.
 - c) Cuidadosamente mover el joystick de giro en tres velocidades (baja, media, alta) adelante y hacia a atrás e identificar el funcionamiento y lubricado de los componentes internos.
 - d) Verificar la tensión de las cadenas.
 - e) Identificar posibles ruidos de los rodamientos internos.
-



8. Colocar la tapa considerando su ajuste en “X” y colocar el tapón de llenado.
 9. Realizar los procesos de armado correspondientes en las 4 ruedas.
 10. Desbancar al equipo del elevador.
-

Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 30. *Mantenimiento del depósito hidráulico*

Cambio de empaque del depósito hidráulico e inspección de la tapa

- Inspeccionar la tapa del depósito hidráulico.
 - Cambio de empaque depósito hidráulico
1. Desvincular con la ayuda de una palanca la tapa del depósito hidráulico en sentido antihorario e identificar anomalías presentes en su estructura (suciedad, alimaya, agua).





2. Verificar la tapa interna del filtro hidráulico e identificar rupturas en su estructura plástica.

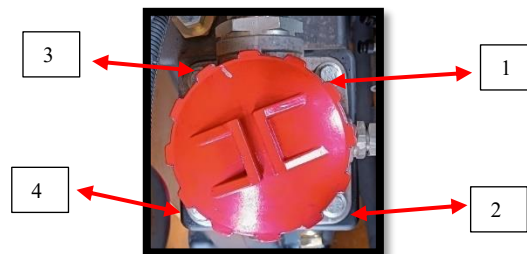


3. Retirar e inspeccionar del filtro hidráulico verificando anomalías en el filtro (suciedad, agua, daños en su recubrimiento metálico).





4. Montar el filtro hidráulico con su tapa plástica y posteriormente colocar la tapa del tanque.
5. Desvincular los 4 pernos presentes debajo de la tapa del tanque, levantar cuidadosamente la entrada del tanque y retirar el empaque antiguo y colocar el nuevo empaque.



6. Ajustar en “X” y proceder a ajustar la tapa con ayuda de una palanca.

Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 31. *Presiones sistema hidráulico e hidrostático.*

Inspección de las presiones del sistema hidráulico e hidrostático y evaluación de los cilindros hidráulicos

- Evaluar las presiones ideales del sistema hidráulico e hidrostático del equipo.
 - Inspeccionar el funcionamiento de los cilindros hidráulicos del equipo.
1. Encender al equipo
 2. Trasladar al equipo en una zona abierta en dónde se pueda realizar la evaluación
-

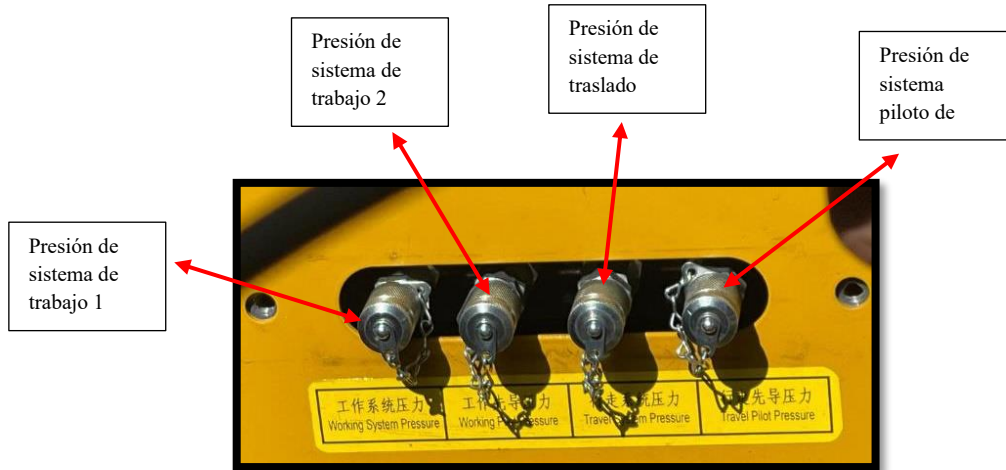


3. Con la ayuda de una media vuelta y un dado número 10, desvincular los dos pernos que sujetan a la placa que recubre a las tomas de presiones.



4. Colocar el manómetro en las tomas de presión hidráulica e identificar las presiones presentes cuando el equipo está en movimiento y realizando acciones con su accesorio hidráulico.





5. Inspeccionar el ORing presente en la manguera del manómetro, con el fin de que no se presente datos erróneos por pérdida de presión.



6. Retirar la tapa de la toma y conectar la manguera del barómetro



7. Analizar datos de cada entrada.

- Working System Pressure (Presión del sistema de trabajo) La presión que se obtuvo corresponde a 19 MPa.



- Working Pilot Pressure (Presión piloto de trabajo). La presión que se obtuvo corresponde a 1.5 MPa y esta se mantiene ya que es una presión fija de funcionamiento.



- Travel System Pressure (Presión del sistema de desplazamiento). Al tener la maquina en rotación se obtienen los valores de 13 MPa.



8. Inspeccionar de manera visual todos los cilindros hidráulicos presentes en el equipo realizar procesos de limpieza en el caso de que sea necesario, considerando:
 - a) Escombros.

-
- b) Suciedad.
 - c) Presencia de aceite hidráulico.
 - d) Deformaciones en los cilindros.
 - e) Grasa en mal estado.
 - f) Tapas de cilindros en mal estado.
 - g) Deformación o salidas de los vástagos.



Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 32. *Cambio de filtro y aceite motor*

Reemplazo de aceite y filtro motor cada 250 horas

- Identificar el estado del aceite antiguo.
 - Direccional al aceite y filtro antiguo a recipientes normalizados.
 - Verificar estado de mangueras y cañerías de aceite motor.
 - Verificar estado del filtro antiguo.
 - Reemplazo de aceite y filtro motor.
1. Encender al equipo durante 10 minutos con el fin de que el aceite circule por todo el sistema, ganando así temperatura para que el fluido pueda salir de manera más eficiente y completa.
 2. Realizar los procesos de elevación del equipo especificados en la tabla 29.
 3. Apagar el equipo y dejar en estado estático durante 2-3 minutos con el fin de precautelar la seguridad y probabilidad de posibles quemaduras de manipulación.
-

-
4. Retirar la tapa de llenado de aceite motor.



5. El técnico debe situarse en la parte posterior baja del equipo e ingresar con mucho cuidado debajo de la máquina.
6. Identificar la tapa central y preparar una palanca de fuerza y un dado número 10, y retirar los 4 pernos presentes en la tapa. Mantener una mano sobre la superficie de la tapa mientras se van retirando los demás pernos con el fin de que no se produzcan accidentes o daños en el equipo.





7. Con una llave número 34, retirar el acople de la cañería de lubricación que sale del cárter, con el fin de poder drenar el aceite antiguo, adicionalmente preparar un recipiente para poder almacenar el aceite usado.



8. Una vez drenado todo el aceite, realizar los procesos de armado y limpieza de la superficie que estuvo en contacto con el aceite usado.
 9. Colocar los 4 pernos de la tapa y realizar un ajuste en “X”.
 10. Retirar el filtro antiguo con la ayuda de una correa de lona, en sentido antihorario. Una vez retirado, colocarlo en un recipiente o contenedor de filtros presente en el taller.
-



11. Colocar el filtro nuevo lubricando el ORing con aceite y ajustarlo con la mano en sentido horario.



12. Colocar el aceite nuevo SAE 15W40 3/Gal.



13. Con la ayuda de un embudo colocar el aceite nuevo, ubicando al galón de manera horizontal con el fin de que el fluido salga de manera eficiente sin regar el fluido a los demás componentes del sistema.



14. Colocar la tapa, desembarcar al equipo y encenderlo por 10 minutos, apagarlo, verificar si existen fugas de aceite en el sistema y finalmente comprobar con la bayoneta.
-

Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 33. *Reemplazos de filtros de aire motor*

Reemplazo de filtros de aire primario y secundario

- Verificar el estado del reservorio de los filtros de aire.
 - Realizar una limpieza interna del reservorio.
 - Identificar el estado de los filtros antiguos.
 - Reemplazar e instalar filtros de aire nuevos.
1. Purgar el depósito aplastando la válvula de manera continua por 5 veces.



2. Desvincular las vinchas (4) de la tapa del depósito del filtro de aire.
-



3. Desacoplar la tapa del filtro y desvincular el filtro primario y secundario.



4. Colocar los filtros en un recipiente o contenedor de filtros presente en el taller.
5. Limpiar el reservorio de los filtros de aire con una toalla de papel.



6. Instalar los filtros nuevos y realizar el proceso de armado.

Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 34. *Cambio de filtros de combustible y lubricación de bomba de transferencia.*

Reemplazo de filtros de combustible y lubricación de bomba de transferencia.

- Reemplazar filtros de combustible.
 - Identificar estado de los filtros de combustible (cantidad de suciedad).
 - Identificar malla de filtrado de entrada del tanque de combustible.
 - Identificar el estado del tanque y cañerías de combustible.
 - Lubricar bomba de transferencia.
1. Una vez realizados los procesos de mantenimiento especificados en la tabla 32 proceder a identificar los filtros presentes en el equipo para proceder a retirarlos.
 2. Con ayuda de una correa de lona, ajustarla y retirar el filtro en sentido antihorario, con una fuerza constante, ubicar un recipiente con el cual se evite regar combustible en el suelo y a los demás componentes del equipo.



3. Colocar los filtros en un recipiente o contenedor de filtros presente en el taller.
4. Colocar los nuevos filtros lubricando el ORing con aceite y ajustarlos con la mano en sentido horario.



-
5. Para lubricar la bomba de transferencia, se debe colocar aceite SAE 15W40 1/Gal, en el tanque de combustible, con la ayuda de un embudo y el galón de aceite horizontalmente para no regar en los demás componentes cercanos.



6. Realizar una inspección visual de las mangueras y amarras metálicas presentes en el sistema de alimentación del equipo.
7. Evaluar el estado de la malla de filtrado ubicada en el tanque de combustible y limpiarla si es necesario.
8. Aplastar el bombín continuamente por 5 veces con el fin de separar el combustible en mal estado que se encuentra dentro del sistema.



9. Realizar los procesos de armado.
10. Encender al equipo e identificar posibles fugas o fallas en el sistema.

Fuente: Daniel Ayala.

5.5.4. Mantenimiento de 500 horas

Tabla 35. *Inspección elementos de filtrado del sistema hidráulico*

Inspección elementos de filtrado del sistema hidráulico

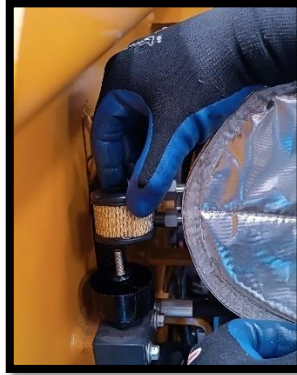
- Inspección visual de los elementos de filtrado presentes en el sistema hidráulico.
 - Evaluar las condiciones de estructura y material filtrante de cada elemento.
 - Identificar posibles factores que puedan dar indicios de fallas en el quipo.
1. Realizar los trabajos de inspección y evaluación del sistema hidráulico especificados en la tabla 16.
 2. Identificar el reservorio en dónde se encuentra el filtro elemento respiradero hidráulico.



3. Inspeccionar la tapa y la tuerca mariposa verificando su óptimo estado.



4. Retirar el filtro, inspeccionar y limpiar el reservorio.
-



5. Con el equipo en estado de reposo, verificar la mirilla del nivel de aceite hidráulico (debe estar más de la mitad), esto con el fin de saber que el fluido retornó al tanque.



6. Retirar la tapa del tanque hidráulico.



7. Retirar el filtro elemento retorno hidráulico y colocarlo en una bandeja limpia.



8. Evaluar las condiciones de cada filtro en base a los siguientes criterios:

- Daños en estructura metálica exterior del filtro elemento retorno hidráulico.
- Daños en la estructura mallada del filtro elemento retorno hidráulico.
- Presencia prominente de suciedad.
- Presencia de agua en aceite situado al interior del filtro.
- Daño en el papel filtrante del elemento respiradero hidráulico.



9. Realizar procesos de armado.

Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 36. *Evaluación de componentes eléctricos, de actuadores de seguridad y mantenimiento de batería.*

Evaluación de componentes eléctricos, actuadores de seguridad y Mantenimiento de batería 12V.

- Evaluar estado del asiento del operador.
 - Identificar el correcto funcionamiento de los interruptores (luces, parqueo, bloqueo de joysticks, navegación).
 - Evaluar estado del cinturón de seguridad, traba hidráulica.
 - Limpieza de sockets.
 - Evaluación y mantenimiento de batería.
1. Inspección visual de los componentes en dónde reposa el operador (asiento, cinturón de seguridad, traba hidráulica). Considerando los siguientes factores.
 - a) Acople adecuado del cinturón de seguridad.
 - b) Movimiento correcto del asiento.
 - c) Limpieza y orden dentro de la cabina.
 - d) Correcto funcionamiento y accionamiento de la traba hidráulica (considerando realiza pruebas de movimiento con y sin la traba hidráulica).
 - e) Daños del recubrimiento del asiento.



2. Realizar procesos de evaluación y diagnóstico por escáner realizados en la tabla 24 e identificar posibles códigos de falla.
 3. Cortar el suministro de energía al equipo.
-



4. Desmontar a la batería del equipo, quitando los recubrimientos plásticos y conexiones eléctricas de esta y realizar los siguientes trabajos:
- a) Preparar electrolito (agua destilada), densímetro, multímetro, cargador de baterías, batería, destornillador plano.



- b) Con la ayuda del multímetro comprobar el voltaje actual de la batería (no debe descender de 10 V).



- c) Retirar los tornillos plásticos que recubren las entradas de llenado la batería, considerando el orden correcto de cada tapón.



- d) Colocar la punta del densímetro en el orificio de llenado y succionar el electrolito que se encuentra dentro.



- e) Poner al instrumento de medida horizontalmente y verificar el nivel con la mirilla señalada a continuación.



Mirilla y
pluma de
medición

- f) Llenar el electrolito y volver a comprobar el nivel ideal.



- g) Repetir el mismo proceso para los demás orificios.



- h) Considerar el correcto llenado del electrolito debido a que, si se llega a superar el máximo permitido, puede ocasionar problemas en la batería como hinchamiento.



Deformación
de la batería

Fuente: Daniel Ayala.

5.5.5. Mantenimiento de 1000 horas

Tabla 37. *Mantenimiento Integral del sistema de traslación*

Inspección y calibración del sistema de traslación en componentes móviles

- Evaluación del sistema de traslación por cadenas.
 - Inspección del estado de componentes móviles.
 - Evaluación del estado del aceite de transmisión.
 - Criterios y diagnósticos de posibles fallas del sistema.
1. Repetir los procesos de embancamiento del equipo descritos en la tabla 29.
 2. Repetir los procesos de evaluación y consideraciones del sistema de traslación descritos en la tabla 29.
 3. Aplicar el criterio de diagnóstico y estado de componentes a partir de las siguientes consideraciones:
 - Nivel de suciedad presente en el sistema.
 - Las cadenas no se encuentran tensadas.
-

-
- Al generar movimiento, no se percibe la acción y movimiento del aceite de transmisión.
 - Se perciben sonidos provenientes del rodamiento interno de la cadena de transmisión.
 - Existe desgaste o ruptura de dientes en piñones del sistema.
 - Fuga de aceite de transmisión (por tapón o empaque).



4. Inspeccionar visualmente el aceite de transmisión considerando los siguientes criterios de evaluación:

- Existe presencia de alimaya.
- El aceite presenta tonos oscuros.
- El aceite presenta la presencia de agua en su composición.
- El aceite presenta presencia de suciedad en su interior.
- El aceite presenta un mal olor.



5. Para cada criterio de evaluación y diagnóstico aplicar las siguientes alternativas correctivas:

- a) Reemplazar rodamientos del sistema.
- b) Reemplazar cadena de traslación.
- c) Reemplazar empaques de las tapas del sistema.
- d) Identificar posibles fallas en piñones y reemplazarlos.

6. Para drenar el aceite las cadenas del sistema seguir los siguientes pasos:

- a) Después de la evaluación apagar al equipo.
- b) Seguir los procesos de desarmado de neumáticos especificados en la tabla 29.
- c) Drenar el aceite de transmisión antiguo por el tapón inferior y reservarlo en un recipiente normado presente en el taller.



- d) Limpiar todo el sistema con diésel hasta que las cadenas no presenten rastros de suciedad o lubricante antiguo.

7. Para el reemplazo del aceite de transmisión se debe seguir los siguientes pasos:

- a) Cerrar la tapa y ajustar en “X”
- b) Con la ayuda de una bomba de aceite, introducir la manguera por el orificio de llenado y comenzar a llenar al sistema con aceite 75W90 (5 galones requeridos para los dos lados).



c) Se confirma que el depósito está lleno ya que debe regarse un poco de aceite.



8. Repetir los procesos de armado descritos en la tabla 29.

Nota: Los trabajos correctivos deben realizarse siempre y cuando lo requiera, o el sistema presente fallos, en un caso normal de uso, el equipo no debe contar con ningún reemplazo en sus componentes durante su ciclo de vida siempre y cuando los mantenimientos sean realizados en el tiempo establecido por el plan de mantenimiento establecido.

Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 38. *Reemplazo de filtros presentes en el sistema hidráulico.*

Reemplazo de filtros elementos presentes en el sistema hidráulico

- Inspeccionar el estado del sistema hidráulico del equipo.
 - Reemplazar filtros presentes en el sistema hidráulico.
 - Verificar el estado de cada filtro antiguo.
 - Verificar el correcto estado en estructura interna y externa de cada filtro elemento.
1. Realizar los trabajos de desarmado especificados en la tabla 35.
 2. Colocar los filtros nuevos como se especifica en la tabla 35.
 3. Realizar los procesos de armado como se especifica en la tabla 35.
 4. Evaluar las condiciones de cada filtro antiguo en base a los siguientes criterios:
-

-
- Daños en estructura metálica exterior del filtro elemento retorno hidráulico.
 - Daños en la estructura mallada del filtro elemento retorno hidráulico.
 - Presencia prominente de suciedad.
 - Presencia de agua en aceite situado al interior del filtro.
 - Daño en el papel filtrante del elemento respiradero hidráulico.



Nota: Los filtros deben salir completos y sin daños en su estructura, el nivel de suciedad debe ser normal y no debe existir presencia alguna de agua en el aceite interno. En el caso de que se presenten estas fallas, se debe realizar una inspección completa de todo el sistema e investigar en la documentación y control los procesos de mantenimiento hidráulico llevados a cabo por una posible falla en los procesos de mantenimiento.

Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 39. Reemplazo de bujía de precalentamiento

Reemplazo de bujía de precalentamiento del motor Diésel

- Identificar la importancia de la bujía de precalentamiento en un motor Diésel.
 - Evaluar el estado de la bujía de precalentamiento.
 - Reemplazar bujía de precalentamiento.
1. Cortar el paso de energía al sistema con ayuda de la manija corta corriente.
 2. Para reemplazar la bujía de precalentamiento, el técnico debe situarse en el sistema de admisión de aire del motor, seguir la manguera principal y en la base se contará con un capuchón.
 3. Descubrir al capuchón y con una llave número 10, aflojar la tuerca, con el fin de cortar el paso de energía al componente.
 4. Desacoplar al componente y reemplazarlo.



5. Reestablecer el suministro de energía del equipo.
6. Consideraciones de diagnóstico:
 - Bujía con alta presencia de hollín.
 - Estructura del calentador deforme.
 - Presencia de combustible.

Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 40. Limpieza del sistema de refrigeración.

Limpieza del sistema de refrigeración y reemplazo de líquido refrigerante

- Identificar el estado del sistema de refrigeración.
 - Limpieza del radiador de motor.
 - Reemplazo del líquido refrigerante.
1. Retirar la tapa del radiador y verter el líquido limpiador de radiador y cerrar.



2. Encender al equipo y mantenerlo encendido por 10 minutos con el fin de que el líquido refrigerante recorra por todo el sistema.
3. Apagar al equipo y esperar aproximadamente 10 minutos para que pueda enfriarse el sistema.
4. Retirar el líquido refrigerante antiguo siguiendo los siguientes pasos:
 - a) Retirar la tapa del radiador.



- b) Ubicarse en la parte interior derecha del radiador de motor e identificar una llave de color rojo.
-



- c) Ubicar a un recipiente debajo de la manguera de drenado y abrir la llave.



- d) Esperar a que salga todo el líquido refrigerante y proceder a cerrar la llave, depositar al refrigerante antiguo en recipientes normados en el taller.
- e) Para poner el líquido refrigerante nuevo se recomienda esperar una hora a dos horas aproximadamente para que la estructura del motor se enfríe por completo para evitar posibles deformaciones o agrietamientos en el material a causa de un choque térmico.
- f) Reemplazar el nuevo líquido refrigerante, depositarlo en el radiador y depósito de retorno de refrigerante.





g) Encender al equipo por 10 minutos e identificar posibles fugas en el sistema.

Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 41. *Mantenimiento integral del sistema de alimentación de combustible*

Limpieza y mantenimiento del sistema de alimentación de combustible.

- Limpieza del tanque de combustible.
 - Mantenimiento de Inyectores.
 - Mantenimiento de bomba de inyección de combustible.
1. Para limpiar el tanque de combustible se debe ubicarse en la parte posterior derecha del equipo. El tapón de drenaje del tanque de combustible se encuentra debajo.

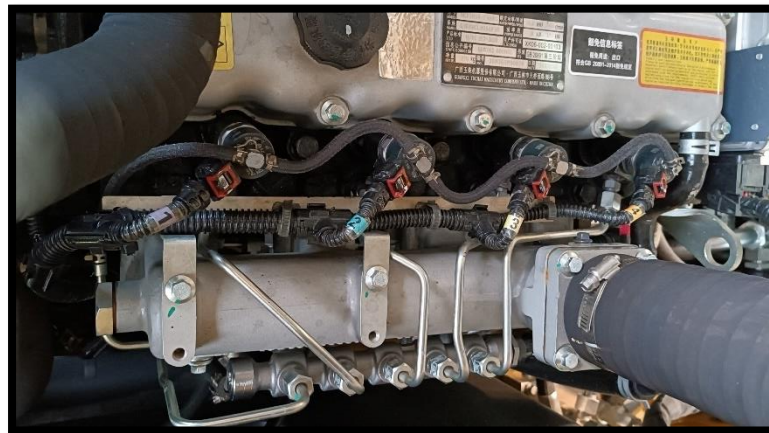


2. Se procede a drenar todo el combustible antiguo el cual puede ser reciclado para limpiezas que se realizarán en próximos mantenimientos.
 3. Con ayuda de una pistola de presión que tenga un recipiente, se debe llenar combustible limpio para poder realizar el lavado a presión al interior del tanque, cuidando no llegar a afectar ningún componente de medición debido a la presión del lavado.
-



4. Una vez realizado el proceso, se debe colocar el tapón y poner el combustible nuevo.

Mantenimiento inyectores Bosch



Preparación y Seguridad

- a) Asegurarse que la máquina esté apagada y la llave de encendido retirada.
- b) Desconectar la batería de la máquina para evitar cualquier accidente eléctrico.

Acceso a los Inyectores

- a) Retirar las cubiertas y protectores del motor necesarios para acceder a los inyectores.
- b) Limpiar el área alrededor de los inyectores para evitar que la suciedad y los residuos entren en el sistema de combustible.

Desconexión del Sistema de Combustible

- a) Librar la presión del sistema de combustible siguiendo las recomendaciones del fabricante.
 - b) Desconectar las líneas de combustible que llegan a los inyectores, teniendo cuidado de recoger cualquier derrame de combustible.
-

Retiro de los Inyectores

- a) Aflojar y retirar las tuercas de fijación de los inyectores.
- b) Extraer cuidadosamente los inyectores utilizando herramientas adecuadas, evitando daños en los inyectores o en la culata.

Inspección y Limpieza

- a) Inspeccionar visualmente los inyectores en busca de daños o desgaste.
- b) Utilizar un equipo de limpieza ultrasónica para limpiar los inyectores de cualquier residuo o depósito.
- c) Considerar el reemplazo de los inyectores si están muy dañados o desgastados.

Verificación del Sistema de Inyección

- a) Inspeccionar las líneas de combustible y la bomba rotativa para asegurar que no haya fugas ni daños.
- b) Revisar y, si es necesario, reemplazar los sellos y juntas del sistema de inyección.

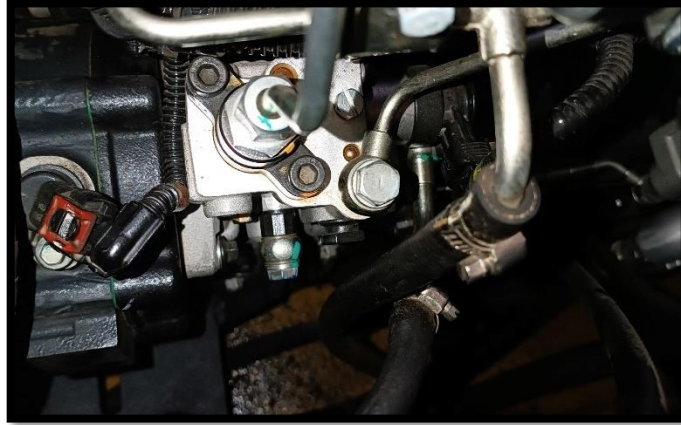
Reinstalación de los Inyectores

- a) Colocar los inyectores limpiados o nuevos en su posición correcta en la culata.
- b) Ajustar las tuercas de fijación de los inyectores según el torque especificado por el fabricante.
- c) Reconectar las líneas de combustible asegurando que estén bien sujetas y sin fugas.

Reinstalación de Componentes y Prueba

- a) Volver a colocar las cubiertas y protectores del motor.
- b) Reconectar la batería de la máquina.
- c) Purgar el sistema de combustible para eliminar el aire que pueda haber entrado durante el proceso de mantenimiento.
- d) Arrancar el motor y verificar que los inyectores funcionen correctamente y que no haya fugas de combustible.

Mantenimiento de Bomba Rotativa Electrónica



Preparación y Seguridad

- a) Asegurar que la máquina esté apagada y sin llave.
- b) Desconectar la batería para evitar accidentes eléctricos.

Acceso a la Bomba

- a) Retirar cubiertas y protectores del motor.
- b) Limpiar el área alrededor de la bomba para evitar contaminaciones.
- c) Desconexión del Combustible
- d) Librar la presión del sistema de combustible siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- e) Desconectar las líneas de combustible y los conectores eléctricos de la bomba, recogiendo cualquier derrame.

Retiro de la Bomba

- a) Aflojar y retirar los pernos de fijación.
- b) Extraer la bomba con cuidado, utilizando herramientas adecuadas.

Inspección y Limpieza

- a) Revisar la bomba en busca de daños y desgaste.
- b) Limpiar la bomba y sus componentes, eliminando residuos.
- c) Inspeccionar conectores eléctricos y líneas de combustible, reparando o reemplazando según sea necesario.

Verificación de Componentes

-
- a) Revisar y reemplazar sellos y juntas si es necesario.
 - b) Inspeccionar el sistema de inyección y las líneas de combustible en busca de fugas o daños.
 - c) Asegurar el buen estado y funcionamiento de los componentes eléctricos.

Reinstalación de la Bomba

- a) Colocar y fijar la bomba en su posición correcta.
- b) Reconectar líneas de combustible y conectores eléctricos.

Reinstalación y Prueba

- a) Colocar las cubiertas y protectores del motor.
- b) Reconectar la batería.
- c) Purgar el sistema de combustible.
- d) Arrancar el motor y verificar el funcionamiento de la bomba y la ausencia de fugas.

Fuente: Daniel Ayala.

5.5.6. Mantenimiento de 2000 horas

El mantenimiento de 2000 horas en la minicargadora XCMG XC740K implica la ejecución de todas las tareas de mantenimiento acumuladas de los intervalos previos (10, 50, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750 horas). Este mantenimiento integral asegura que todos los sistemas de la máquina estén en óptimas condiciones para su funcionamiento continuo y seguro. A continuación, se describen los pasos clave para cada sistema:

Tabla 42. *Capitulación de todos los mantenimientos realizados a lo largo de todo el plan de mantenimiento*

Mantenimiento de dos mil horas

- Mantenimiento integral de la máquina.
 - Evaluación e inspección completa.
 - Limpieza completa del equipo.
-

-
- Reinicio del plan de mantenimiento.

Sistema de Traslación

- Verificar el estado de los neumáticos y la presión de aire.
- Cadenas de Traslación
- Inspeccionar las tapas que contienen las cadenas.
- Revisar el estado y funcionamiento de las cadenas de transmisión.
- Cambiar aceite de las cajas de las cadenas si es necesario.
- Inspeccionar rodamientos, ejes, pernos y cañerías; reemplazar si es necesario.
- Revisar los motores hidrostáticos por fugas y suciedad.
- Inspeccionar y limpiar los cilindros de los Joysticks.

Sistema Hidráulico

- Verificar el estado general del sistema hidráulico y el nivel de fluido.
 - Inspeccionar cañerías, depósito, cuerpo de válvulas, bomba y motores hidrostáticos.
 - Reemplazar el filtro del respiradero hidráulico y el filtro elemento de retorno hidráulico.
 - Revisar y ajustar las presiones del sistema hidráulico e hidrostático.
-
- **Reemplazar el aceite hidráulico.**

- 1) Retirar la tapa del tanque hidráulico.



- 2) Con la ayuda de una palanca de fuerza y un dado número 24 situarse en la parte posterior izquierda del equipo, en dónde en la esquina inferior se encuentra el tapón de drenado del tanque hidráulico.



-
- 3) Retirar el perno en sentido antihorario y drenar todo el aceite, teniendo en cuenta su recipiente para almacenar el fluido usado.
 - 4) Colocar el tapón en sentido horario.
 - 5) Con la ayuda de una bomba de aceite, colocar el aceite hidráulico recomendado CAT HIDO ADVANCED 10, 5/Gal.



- 6) Retirar el filtro elemento retorno hidráulico y colocarlo en una bandeja limpia.



- 7) Colocar la manguera de la bomba en la entrada del tanque hidráulico y proceder al llenar el tanque.
-



- 8) Verificar el nivel de aceite hidráulico en la mirilla.
- 9) Colocar el filtro y la tapa del tanque hidráulico, realizar todos los procesos de armado.
- 10) Encender al equipo, identificar posibles luces testigo en el monitor de control y realizar movimientos de los accesorios hidráulicos.
- 11) Apagar al equipo y verificar posibles fugas de aceite.

Sistema Eléctrico

- Verificar el cableado y las conexiones eléctricas, incluyendo el estado de la batería.
- Revisar el funcionamiento del corta corriente y los sistemas de precalentamiento del motor.
- Inspeccionar y limpiar los interruptores del asiento del operador, freno de estacionamiento, barra de seguridad y cinturón de seguridad.
- Desmontar, revisar y reinstalar el arrancador y el alternador; reemplazar componentes si es necesario.
- Realizar una inspección completa del sistema eléctrico usando un escáner de diagnóstico.

Sistema de Refrigeración

- Inspeccionar el sistema de refrigeración y verificar el nivel de refrigerante.
- Revisar y ajustar las cañerías del sistema de refrigeración.
- Inspeccionar la bomba de agua y el termostato (Que no se presenten fugas, óxido en su estructura o problemas de calentamiento del equipo).
- Limpiar el sistema de refrigeración y reemplazar la tapa del radiador si es necesario.
- Reemplazar el líquido refrigerante.
- Inspeccionar al ventilador mecánico.

Sistema de Lubricación

- Lubricar los puntos de engrase.
-

-
- Cambiar el aceite del motor y el filtro de aceite.
 - Reemplazar el empaque de la tapa de válvulas si es necesario.

Sistema de Alimentación de Aire y Escape

- Reemplazar filtros de aire.
- Inspeccionar la estructura del silenciador de escape y las mangueras de admisión y escape.
- Limpieza e inspección del sistema de admisión y escape.

Sistema de Alimentación de Combustible

- Inspección General
- Verificar el nivel de combustible y purgar trampas de agua del sistema de filtrado.
- Cambiar los filtros de combustible.
- Limpiar el tanque de combustible y lubricar la bomba de transferencia.
- Mantenimiento de inyectores y bomba de inyección de combustible.
- Reemplazo de bandas de accesorios y distribución del motor.

Sistema de Seguridad

- Inspeccionar el comportamiento de encendido y apagado del equipo.
 - Verificar luces y dispositivos de seguridad.
 - Inspeccionar el seguro de los cilindros hidráulicos y la estructura ROPS de la cabina.
 - Inspeccionar las etiquetas de señalización en la máquina.
-

Fuente: Daniel Ayala.

5.5.7. Guía de uso básico Instrumentos de seguridad industrial, manipulación y gestión de residuos.

Tabla 43. *Consideraciones de Seguridad y Salud Ocupacional para mantenimientos preventivos.*

Guía de seguridad, salud ocupacional y gestión de residuos en función de la Normativa NTE INEN-ISO 45001:2018 de Seguridad y Salud Ocupacional

- Instrumentos de seguridad personal para mantenimiento.
- Consideraciones de manipulación del equipo.
- Gestión de residuos de mantenimiento.

I. Los instrumentos considerados para los mantenimientos preventivos dentro de la máquina son los siguientes:

1. Mandil industrial con tiras reflectantes.



2. Zapatos de seguridad Industrial puntas de acero.



3. Gafas de protección.



4. Casco de seguridad.
-



5. Guantes industriales.



II. Consideraciones de manipulación del equipo.

1. En una bandeja colocar todos los artículos personales que puedan intervenir de manera negativa dentro de los procesos de mantenimiento preventivo. (llaves, pulseras, relojes, collares, etc.).



2. Considerar los tiempos de enfriamiento del equipo, proporcionales a las horas por las cuales ha trabajado durante ese día, suele variar desde los 10 minutos de enfriamiento, hasta 1 hora, en dónde la manipulación es segura.
3. Identificar las etiquetas de riesgo en cada zona del equipo.
4. Definir un área de trabajo separada por conos.



-
5. Dar acceso solo al personal autorizado durante los procesos de mantenimiento del equipo.

III. Gestión de residuos de mantenimiento

Para la gestión de residuos de mantenimiento, el patio taller de la carrea de ingeniería automotriz, considera lugares y depósitos los cuales están destinados para el control de desechos de todo el taller, los cuales luego son procesados mediante la operación administrativa de la coordinación de taller para que puedan desecharse de manera adecuada. Se debe considerar que los desechos y el manejo de los residuos deben estar estrictamente ligadas con cada tabla de mantenimiento explicado, en dónde se especifica que durante el reemplazo de un fluido debe contar con una bandeja la cual después de extraer el fluido antiguo, debe ser depositado en estos contenedores.

Fuente: Daniel Ayala.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE MANO DE OBRA Y REPUESTOS PARA MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE MAQUINARIA PESADA EN EL MERCADO ECUATORIANO

El mantenimiento preventivo de maquinaria pesada es crucial para garantizar su funcionamiento, prolongar su vida útil y evitar costosas reparaciones correctivas. En Ecuador, los costos asociados con la mano de obra que cobran empresas de mantenimiento u proveedores por servicio profesional independiente, además de costos de mercado en repuestos, varían considerablemente según la región y las condiciones del mercado. Este capítulo se enfoca en un análisis comparativo detallado de estos costos, proporcionando una visión completa de las diferencias existentes y sus implicaciones para la gestión del mantenimiento. (Altamirano Mariños & Solorzano Altamirano, 2023)

5.1. Análisis de Costos de Mano de Obra

En Ecuador, el costo de mano de obra puede variar en función de la experiencia y especialización de los técnicos, así como de la ubicación geográfica. Para realizar un análisis de costos presentes en el mercado ecuatoriano, se deben considerar los siguientes factores:

- **Experiencia y Especialización:** Los técnicos más experimentados y especializados en maquinaria pesada suelen cobrar tarifas más elevadas, las ventajas que tiene usar este tipo de mano de obra, es que son seguras y eficientes al momento de realizar mantenimientos, logrando optimizar estos procesos. Es por eso, que con una adquisición logística realizada desde el taller de la carrera de Ingeniería Automotriz con el fin de disminuir los costos de adquisición de repuestos.
- **Demanda del Mercado:** En regiones con alta demanda de servicios preventivos, las proformas asociadas a la mano de obra tienden a ser más elevadas. Esto es particularmente cierto en zonas industriales y mineras donde la maquinaria pesada es fundamental para las operaciones diarias.

- **Condiciones Laborales:** Factores como la estabilidad laboral, beneficios adicionales como herramientas, suministros, repuestos y la seguridad en el trabajo.

Estas condiciones suelen variar y el costo por mano de obra puede bajar debido a que el técnico que brinda su servicio profesional independiente no usaría su herramienta propia o suministros, sino que usaría la aportada por el taller.

5.2. Optimización de Procesos Logísticos en la Adquisición de Repuestos

La gestión eficiente de la logística en la adquisición de repuestos es fundamental para minimizar costos y asegurar la disponibilidad de componentes necesarios para el mantenimiento preventivo. (Altamirano Mariños & Solorzano Altamirano, 2023)

A continuación, se presentan algunas estrategias clave para optimizar estos procesos:

- **Planificación de Inventarios:** Mantener un inventario adecuado de repuestos críticos puede evitar demoras y reducir costos de última hora. La utilización de sistemas de gestión de inventarios ayuda a prever necesidades futuras y a mantener niveles óptimos de stock.
- **Relaciones con Proveedores:** Establecer relaciones directas con proveedores en el mercado puede facilitar la obtención de repuestos de confiables a precios atractivos. Los acuerdos a largo plazo y las compras en volumen pueden resultar en descuentos significativos.
- **Optimización de Rutas de Transporte:** Evaluar y optimizar las rutas de transporte en función de las regiones, esto puede reducir los costos logísticos. La consolidación de envíos y la elección de transportistas eficientes son estrategias efectivas para mejorar la logística. Principalmente, se debe programar con el distribuidor el tiempo de envío a partir del pago y facturación de los repuestos o mano de obra cotizados, generalmente en los distribuidores consultados, el tiempo es de un día laboral más ocho horas de envío, a partir de la adquisición de los repuestos o servicios, en el caso que sea urgente, se debe considerar costos más elevados. (Altamirano Mariños & Solorzano Altamirano, 2023)

5.3. Estimación de Costos en Función de Cada Mantenimiento Establecido en el Cronograma.

Se realizó la estimación de estos costos enfocándose en los mejores precios disponibles en el mercado ecuatoriano dedicado a la comercialización de repuestos para maquinaria pesada. Para ello, se tomaron valores referenciales basados en entrevistas con proveedores locales y documentación relevante. Este proceso permitió estimar de manera precisa los costos de mantenimiento. Además, el documento sigue una secuencia lógica en cada mantenimiento sugerido en el plan de mantenimiento inicial, asegurando una estimación coherente de los costos a lo largo del funcionamiento. (Altamirano Mariños & Solorzano Altamirano, 2023)

El análisis de costos realizado proporciona una base sólida para la planificación y gestión de los mantenimientos de la minicargadora XCMG XC740K. La secuencia de mantenimientos detallada en el plan de mantenimiento inicial asegura que cada intervalo de tiempo específico se aborde de manera adecuada, optimizando la disponibilidad de la maquinaria y minimizando los tiempos de inactividad. La estimación de costos basada en los precios del mercado ecuatoriano y en datos referenciales de entrevistas y documentación, permite una planificación financiera precisa y efectiva para el mantenimiento a largo plazo de la maquinaria. (Castro Chávez, 2021)

La matriz utilizada incluye una lista detallada de suministros y repuestos requeridos para cada intervalo de mantenimiento de la minicargadora XCMG XC740K. A continuación, se presenta un análisis de costos basado en los intervalos de mantenimiento considerados:

Figura 51. Costos de mantenimiento

SALESIANA										Suministros y Repuestos Mantenimiento Minicargadora XCMG XC740K										SALESIANA									
Herramienta		Suministros			Costos			Repuestos o refacciones			Costos			Costo total de mantenimiento		Costo total de mantenimiento con DITECA S.A		Costo total de mantenimiento con INCTV		Costo total de mantenimiento con TECNICO INTENSO									
10	Trapo mecánico			\$1,00			NO REQUIERE			\$0,00																			
	Grasa (adquisición única)			\$4,00			NO REQUIERE			\$0,00																			
	Guantes (adquisición única)			\$3,00			NO REQUIERE			\$0,00																			
	Reserva de refrigerante (adquisición única)			\$20,91			NO REQUIERE			\$0,00																			
	Reserva de Aceite Motor 1 Gal 15w40 (adquisición única)			\$17,00			NO REQUIERE			\$0,00																			
	Reserva de Aceite hidráulico 1 Gal ISO VG 64 (adquisición única)			\$45,00			NO REQUIERE			\$0,00																			
Cotización mano de obra opción 1		Cotización mano de obra opción 2			Cotización mano de obra opción 3			Costo de suministros incluido iva 15%		Costo de suministros incluido iva 15%		\$0,00		\$0,00		\$0,00		\$0,00											
Empresa	NO REQUIERE	Empresa	NO REQUIERE	Empresa	NO REQUIERE	Empresa	NO REQUIERE																						
Tiempo de mantenimiento	NO REQUIERE	Tiempo de mantenimiento	NO REQUIERE	Tiempo de mantenimiento	NO REQUIERE	Tiempo de mantenimiento	NO REQUIERE																						
Costo de mantenimiento	NO REQUIERE	Costo de mantenimiento	NO REQUIERE	Costo de mantenimiento	NO REQUIERE	Costo de mantenimiento	NO REQUIERE																						
50	Trapo mecánico			\$1,00			NO REQUIERE			\$0,00																			
	Grasa (adquisición única)			\$4,00			NO REQUIERE			\$0,00																			
	Caja de herramientas			NO REQUIERE			NO REQUIERE			\$0,00																			
	Grasero			NO REQUIERE			NO REQUIERE			\$0,00																			
	Limpieza contactos			\$5,00			NO REQUIERE			\$0,00																			
	Limpia Carburador			\$4,00			NO REQUIERE			\$0,00																			
Cotización mano de obra opción 1		Cotización mano de obra opción 2			Cotización mano de obra opción 3			Costo de suministros incluido iva 15%		Costo de suministros incluido iva 15%		\$0,00		\$0,00		\$0,00		\$0,00											
Empresa	NO REQUIERE	Empresa	NO REQUIERE	Empresa	NO REQUIERE	Empresa	NO REQUIERE																						
Tiempo de mantenimiento	NO REQUIERE	Tiempo de mantenimiento	NO REQUIERE	Tiempo de mantenimiento	NO REQUIERE	Tiempo de mantenimiento	NO REQUIERE																						
Costo de mantenimiento	NO REQUIERE	Costo de mantenimiento	NO REQUIERE	Costo de mantenimiento	NO REQUIERE	Costo de mantenimiento	NO REQUIERE																						
200	Trapo mecánico			\$1,00			Aceite Motor 3 Gal 15w40			\$31,00																			
	Grasa			\$4,00			Filtro de aceite MOTOR ALTERNIO			\$6,96																			
	Caja de herramientas			NO REQUIERE			Filtro primario de combustible GENUINO			\$7,65																			
	Grasero			NO REQUIERE			Filtro secundario de combustible ALTERNIO			\$10,00																			
	Vacuometro			NO REQUIERE			Filtro Elemento Separador de agua			\$8,70																			
							Filtro de aire primario y secundario ALTERNIO			\$4,78																			
Cotización mano de obra opción 1		Cotización mano de obra opción 2			Cotización mano de obra opción 3			Costo de suministros incluido iva 15%		Costo de suministros incluido iva 15%		\$119,09		\$208,09		\$224,09		\$194,09											
Empresa	DITECA S.A	Empresa	Mecánica a Diesel Guayabamba	Empresa	INCIV																								
Tiempo de mantenimiento	2,5 HORAS	Tiempo de mantenimiento	2	Tiempo de mantenimiento	3	Tiempo de mantenimiento	3																						
Costo de mantenimiento	\$34,00	Costo de mantenimiento	\$100,00	Costo de mantenimiento	\$70,00	Costo de mantenimiento	\$70,00																						
500	Trapo mecánico			\$1,00			Aceite Motor 3 Gal 15w40			\$31,00																			
	Grasa			\$4,00			Filtro de aceite MOTOR ALTERNIO			\$6,96																			
	Caja de herramientas			NO REQUIERE			Filtro primario de combustible GENUINO			\$7,65																			
	Grasero			NO REQUIERE			Filtro secundario de combustible ALTERNIO			\$10,00																			
	Limpieza de contactos			\$5,00			Filtro Elemento Separador de agua			\$8,70																			
	Vacuometro			NO REQUIERE			Filtro de aire primario y secundario ALTERNIO			\$4,78																			
Cotización mano de obra opción 1		Cotización mano de obra opción 2			Cotización mano de obra opción 3			Costo de suministros incluido iva 15%		Costo de suministros incluido iva 15%		\$119,09		\$211,09		\$229,09		\$199,09											
Empresa	DITECA S.A	Empresa	Mecánica a Diesel Guayabamba	Empresa	INCIV																								
Tiempo de mantenimiento	2	Tiempo de mantenimiento	2	Tiempo de mantenimiento	3	Tiempo de mantenimiento	3																						
Costo de mantenimiento	\$34,00	Costo de mantenimiento	\$100,00	Costo de mantenimiento	\$70,00	Costo de mantenimiento	\$70,00																						
700	Trapo mecánico			\$1,00			Aceite Motor 3 Gal 15w40			\$31,00																			
	Grasa			\$4,00			Filtro de aceite MOTOR ALTERNIO			\$6,96																			
	Caja de herramientas			NO REQUIERE			Filtro primario de combustible GENUINO			\$7,65																			
	Grasero			NO REQUIERE			Filtro secundario de combustible ALTERNIO			\$10,00																			
	Vacuometro			NO REQUIERE			Filtro Elemento Separador de agua			\$8,70																			
							Filtro de aire primario y secundario ALTERNIO			\$4,78																			
Cotización mano de obra opción 1		Cotización mano de obra opción 2			Cotización mano de obra opción 3			Costo de suministros incluido iva 15%		Costo de suministros incluido iva 15%		\$119,09		\$208,09		\$224,09		\$194,09											
Empresa	DITECA S.A	Empresa	Mecánica a Diesel Guayabamba	Empresa	INCIV																								
Tiempo de mantenimiento	2,5	Tiempo de mantenimiento	2	Tiempo de mantenimiento	3	Tiempo de mantenimiento	3																						
Costo de mantenimiento	\$34,00	Costo de mantenimiento	\$100,00	Costo de mantenimiento	\$70,00	Costo de mantenimiento	\$70,00																						
1000	Trapo mecánico			\$1,00			Remover de base entrada del tanque hidráulico			\$10,00																			
	Grasa			\$4,00			Aceite Motor 3 Gal 15w40			\$31,00																			
	Caja de herramientas			NO REQUIERE			Filtro de aceite ALTERNIO			\$6,96																			
	Limpieza de contactos			\$5,00			Filtro elemento Retorno Hidráulico 1 Gal			\$20,91																			
	Grasero			NO REQUIERE			Refrigerante 100%			\$20,91																			
	Vacuometro			NO REQUIERE			Filtro primario de combustible GENUINO			\$7,65																			
	Limpieza Impulsor de radiador			\$14,00			Filtro secundario de combustible ALTERNIO			\$10,00																			
	Limpia Carburador			\$5,00			Filtro Elemento Separador de agua			\$8,70																			
	Banco de pruebas de Inyectores			NO REQUIERE			Elemento refrigerador Hidráulico			\$8,00																			
	1 Gal. de Diesel			\$9,00			Biga de Descartamiento			\$20,00																			
							Filtro de aire primario y secundario ALTERNIO			\$4,78																			
							Aceite de transmisión 75w90			\$110,00																			
Cotización mano de obra opción 1		Cotización mano de obra opción 2			Cotización mano de obra opción 3			Costo de suministros incluido iva 15%		Costo de suministros incluido iva 15%		\$348,00		\$543,50		\$486,00		\$458,00											
Empresa	DITECA S.A	Empresa	Mecánica a Diesel Guayabamba	Empresa	INCIV																								
Tiempo de mantenimiento	4	Tiempo de mantenimiento	5	Tiempo de mantenimiento	6	Tiempo de mantenimiento	6																						
Costo de mantenimiento	\$157,50	Costo de mantenimiento	\$100,00	Costo de mantenimiento	\$70,00	Costo de mantenimiento	\$70,00																						

Horas	Suministros	Costo \$	Repuestos o reducciones	Costo \$						
1250	Trapo mecánico	\$1,00	Acete Motor 3 Gal 15w40	\$51,00	Costo total de mantenimiento con DITECA S.A.	Costo total de mantenimiento preventivo	Costo total de mantenimiento preventivo			
	Grasa	\$4,00	Filtro de acete MOTOR ALTERNO	\$6,96						
	Caja de herramientas	NO REQUIERE	Filtro primario de combustible GENUINO	\$7,65						
	Guantes	NO REQUIERE	Filtro secundario de combustible ALTERNO	\$10,00						
	Vacuometro	NO REQUIERE	Filtro Elemento Separador de agua	\$8,70						
			Filtro de aire primario y secundario ALTERNO	\$4,78						
		Costo de suministros incluido iva 15%	\$5,00					Costo de suministros incluido iva 15%	\$119,09	
	Cotización mano de obra opción 1			Cotización mano de obra opción 2						
	Empresa	DITECA S.A	Empresa	Mecánica a Diesel Guaylúmba				Empresa	ENCIV	
	Costo de mantenimiento	\$84,00	Costo de mantenimiento	\$100,00				Costo de mantenimiento	\$70,00	
Costo de mantenimiento	\$84,00	Costo de mantenimiento	\$100,00	Costo de mantenimiento	\$70,00					
1750	Trapo mecánico	\$1,00	Retenedor de base entrada del tanque hidráulico	\$10,00	Costo total de mantenimiento con DITECA S.A.	Costo total de mantenimiento preventivo	Costo total de mantenimiento preventivo			
	Grasa	\$4,00	Acete Motor 3 Gal 15w40	\$51,00						
	Caja de herramientas	NO REQUIERE	Acete Motor 3 Gal 15w40	\$51,00						
	Guantes	NO REQUIERE	Filtro de acete MOTOR ALTERNO	\$6,96						
	Vacuometro	NO REQUIERE	Filtro primario de combustible GENUINO	\$7,65						
			Filtro secundario de combustible ALTERNO	\$10,00						
			Filtro Elemento Separador de agua	\$8,70						
			Filtro de aire primario y secundario ALTERNO	\$4,78						
		Costo de suministros incluido iva 15%	\$5,00					Costo de suministros incluido iva 15%	\$119,09	
	Cotización mano de obra opción 1			Cotización mano de obra opción 2						
Empresa	DITECA S.A	Empresa	Mecánica a Diesel Guaylúmba	Empresa	ENCIV					
Costo de mantenimiento	\$84,00	Costo de mantenimiento	\$100,00	Costo de mantenimiento	\$70,00					
Costo de mantenimiento	\$84,00	Costo de mantenimiento	\$100,00	Costo de mantenimiento	\$70,00					
2000	Trapo mecánico	\$1,00	Retenedor de base entrada del tanque hidráulico	\$10,00	Costo total de mantenimiento con DITECA S.A.	Costo total de mantenimiento preventivo	Costo total de mantenimiento preventivo			
	Grasa	\$4,00	Filtro de aire primario y secundario ALTERNO	\$4,78						
	Caja de herramientas	NO REQUIERE	Filtro de acete ALTERNO	\$6,96						
	Limpador de contactos	\$8,00	Filtro elemento Genero Hidráulico	\$60,00						
	Guantes	NO REQUIERE	Refrescos 100%	\$20,81						
	Vacuometro	NO REQUIERE	Filtro secundario de combustible ALTERNO	\$10,00						
	Líquido limpiador de radiador	\$14,00	Filtro Elemento Separador de agua	\$8,70						
	Lampas Carbulador	\$8,00	Elemento separador Hidráulico	\$8,00						
	Banco de pruebas de Inyectores	NO REQUIERE	Casca Acete hidráulico cat lado avanzado 10	108,07						
	Lampas conductos	\$8,00	Amarras	\$8,50						
Bomba de acete	NO REQUIERE	Empaque tapa válvulas (FABRICADO)	\$20,00							
3 Gal de Diesel	\$9,00	Bandas de accesorios y Distribuciones	\$10,00							
		Acete de transmision 75w90	\$110,00							
	Costo de suministros incluido iva 15%	\$43,00		Costo de suministros incluido iva 15%	\$433,92					
Cotización mano de obra opción 1			Cotización mano de obra opción 2							
Empresa	DITECA S.A	Empresa	Mecánica a Diesel Guaylúmba	Empresa	ENCIV					
Costo de mantenimiento	\$175,00	Costo de mantenimiento	\$100,00	Costo de mantenimiento	70					
Costo de mantenimiento	\$175,00	Costo de mantenimiento	\$100,00	Costo de mantenimiento	70					

Fuente: Daniel Ayala.

5.3.1. Análisis Comparativo de Costos por Intervalos de Mantenimiento:

Intervalos Iniciales (250, 500, 750 horas): Para estos primeros intervalos, los costos se mantienen relativamente bajos. Los suministros principales incluyen trapos mecánicos, grasa y guantes, los cuales son de adquisición única y no requieren reposición frecuente. Estos costos relativamente bajos se deben a que los mantenimientos en estas etapas son preventivos y están enfocados en inspecciones rutinarias y mantenimiento menor. Las tareas realizadas incluyen lubricación de componentes clave, revisión de niveles de fluidos y reemplazo de consumibles básicos. Este enfoque preventivo ayuda a evitar fallas mayores y a mantener la operatividad de la máquina. (Castro Chávez, 2021)

Intervalo de 1000 horas: En este punto, se observa un incremento significativo en los costos de mantenimiento. Este aumento se debe a la necesidad de realizar mantenimientos más exhaustivos y detallados. Los mantenimientos a las 1000 horas generalmente implican una revisión más profunda de los sistemas críticos de la maquinaria, como el sistema hidráulico, el sistema de

transmisión y los componentes estructurales. Además, pueden ser necesarios repuestos más costosos y específicos, como filtros de aceite y combustible, correas y otros elementos que sufren desgaste considerable. La naturaleza más intensiva de este mantenimiento asegura que la maquinaria continúe operando de manera eficiente y evita problemas que podrían resultar en tiempos de inactividad prolongados y costosos. (Castro Chávez, 2021)

Intervalos Posteriores (1250, 1500, 1750, 2000 horas): A medida que se incrementan las horas de operación, los costos de mantenimiento también aumentan. Esto es resultado de la acumulación de tareas de mantenimiento necesarias para asegurar la operatividad de la maquinaria. En los intervalos de 1250 y 1500 horas, los mantenimientos incluyen inspecciones adicionales y reemplazos de componentes que empiezan a mostrar signos de desgaste.

El intervalo de 2000 horas, en particular, presenta un costo elevado debido a la combinación de mantenimientos preventivos y correctivos. En este punto, es posible que se requieran intervenciones más extensivas, como la revisión completa del sistema de enfriamiento, el reemplazo de componentes mayores en el sistema de transmisión y la revisión del sistema eléctrico. Estos mantenimientos son críticos para extender la vida útil de la maquinaria y garantizar que siga operando de manera eficiente. Las tareas realizadas durante este intervalo pueden incluir la revisión y ajuste de sistemas de control, la calibración de componentes electrónicos y la actualización de software del sistema de control de la maquinaria. (Castro Chávez, 2021)

5.3.2. Análisis comparativo de Costos de Mantenimiento.

Se realizó la estimación de costos enfocándose en los mejores precios disponibles en el mercado ecuatoriano dedicado a la venta de repuestos y servicio de mano de obra para maquinaria pesada. Para ello, se tomaron valores referenciales basados en entrevistas con proveedores locales y documentación relevante. Los costos totales de mantenimiento se consideraron para los repuestos y suministros, así como los costos de mano de obra con servicios de mantenimiento de tres empresas diferentes: DITECA S.A., INCIV, y técnicos independientes, con el fin de poder determinar un costo referencial para cada mantenimiento que se vaya a realizar para el equipo, siendo útil al momento de delimitar los fondos económicos de la carrera de Ingeniería automotriz.

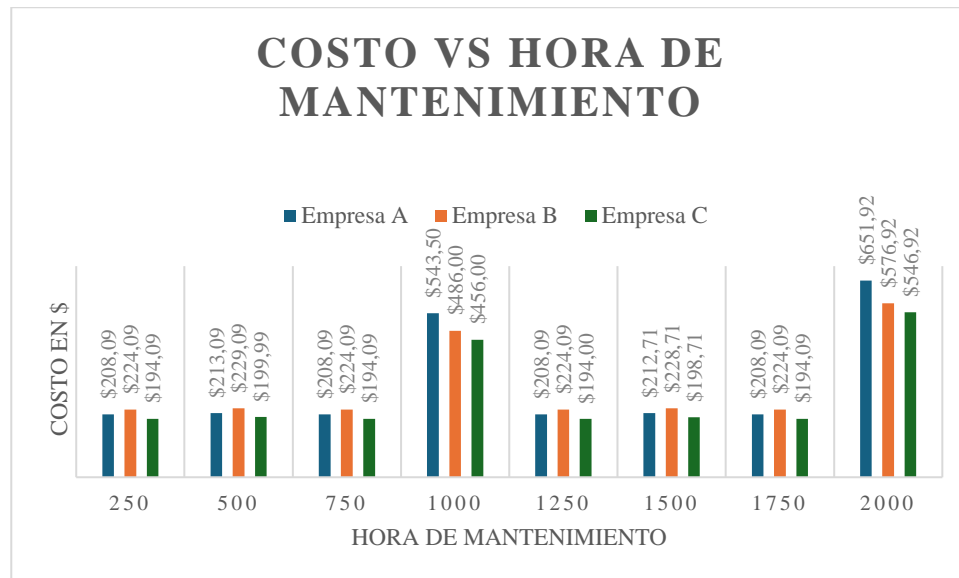
- **DITECA S.A.:** Esta empresa ofrece servicios de mantenimiento para maquinaria pesada Komatsu. Se estimaron los costos de mano de obra en función de las horas

de trabajo del técnico, proporcionando un costo referencial claro para cada mantenimiento.

- **INCIV:** Una constructora con maquinaria pesada en su flota. Se realizó una entrevista con el técnico responsable de los mantenimientos, obteniendo una cotización detallada del costo de su mano de obra, el cual de toma como referencia para el costo de mano de obra independiente.
- **Técnicos Independientes:** Se entrevistó a técnicos internos de la empresa para cotizar servicios profesionales independientes. Esta opción resulta ideal para la carrera de Ingeniería Automotriz, ya que el técnico cuenta con un taller propio y puede ofrecer factura por su trabajo.

5.4. Análisis "Costo vs Hora de Mantenimiento"

Figura 52. Costo vs Hora de Mantenimiento



Fuente: Daniel Ayala.

La figura 52 "Costo vs Hora de Mantenimiento" muestra los costos asociados al mantenimiento de la minicargadora XCMG XC740K en distintos intervalos de tiempo (250, 500,

750, 1000, 1250, 1500, 1750 y 2000 horas) para tres empresas diferentes: Empresa A (DITECA S.A.), Empresa B (Técnicos Independientes) y Empresa C (INCIV).

5.4.1. Empresa A (DITECA S.A.):

- Costos Iniciales: Moderados y alineados con las otras empresas.
- Intervalo de 1000 horas: Aumento significativo en costos, posiblemente debido a la necesidad de reemplazar componentes costosos o realizar mantenimientos más detallados.
- Intervalos Posteriores: Los costos continúan siendo altos, reflejando la acumulación de tareas de mantenimiento necesarias.

5.4.2. Empresa B (Técnicos Independientes):

- Costos Iniciales: Relativamente bajos, reflejando una gestión eficiente de los recursos y suministros.
- Intervalo de 1000 horas: Mantiene costos más bajos en comparación con las otras empresas, sugiriendo una eficiencia en la gestión de repuestos y mano de obra.
- Intervalos Posteriores: Continúa mostrando costos más bajos, destacándose como la opción más rentable y eficiente.

5.4.3. Empresa C (INCIV):

- Costos Iniciales: Similar a las otras empresas, con un incremento gradual en cada intervalo.
- Intervalo de 1000 horas: Aumento en los costos, aunque no tan alto como en la Empresa A.
- Intervalos Posteriores: Costos equilibrados, pero con un notable aumento en el intervalo de 2000 horas, debido a la necesidad de realizar mantenimientos más exhaustivos.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE ELEMENTOS FILTRANTES DE ALTA CALIDAD Y DE BAJA CALIDAD DISTRIBUIDOS EN EL MERCADO ECUATORIANO.

El presente capítulo se dedica al análisis detallado de elementos filtrantes de alta y baja calidad disponibles en el mercado ecuatoriano. Para ello, se realizó un estudio microscópico comparativo entre filtros genuinos de marcas reconocidas y filtros de marcas menos conocidas, destacando las diferencias en la distribución de los filamentos y la calidad de los materiales utilizados. Además, se abordan los desafíos logísticos y económicos asociados con la adquisición de filtros originales, especialmente aquellos necesarios para motores que no se comercializan localmente, como el motor Yuchai.

6.1. Metodología del Análisis

Se seleccionaron filtros de alta calidad de marcas establecidas y filtros de baja calidad de marcas menos reconocidas. Estos filtros fueron examinados bajo un microscopio para evaluar la distribución de los filamentos y la calidad del material. Los aspectos específicos evaluados incluyen:

- **Distribución de Filamentos:** Se analizó cómo los filamentos estaban dispuestos dentro del material filtrante. Los filtros de alta calidad mostraron una distribución densa y uniforme, mientras que los filtros de baja calidad presentaron filamentos más espaciados y una distribución desigual.
- **Calidad de Construcción:** Se evaluó de manera visual la calidad en la manufactura de construcción de estos elementos. Los filtros de alta calidad demostraron una construcción robusta y materiales duraderos, en contraste con los filtros de baja calidad, que mostraron materiales más débiles y una construcción deficiente.

6.2. Resultados del Análisis

Los resultados del análisis microscópico revelaron diferencias significativas entre los filtros de alta y baja calidad:

- **Filtros de Alta Calidad:** Los filtros de marcas reconocidas exhibieron una distribución de filamentos densa y uniforme, lo que mejora la capacidad de filtración y prolonga la vida útil del filtro. La construcción del material fue superior, utilizando componentes más robustos y bien ensamblados.
- **Filtros de Baja Calidad:** Los filtros de marcas menos conocidas mostraron una distribución de filamentos más abierta y desigual, lo que compromete la capacidad de filtración y reduce la durabilidad del filtro. La calidad de construcción fue inferior, con materiales menos resistentes y propensos a fallas.

En cuanto a los costos, los filtros de alta calidad son considerablemente más caros que los de baja calidad. Esta diferencia de precio refleja la superioridad en la capacidad de filtración y el tiempo de vida de los materiales empleados en su manufactura.

6.3. Desafíos en la Adquisición de Filtros

Uno de los problemas identificados durante este estudio fue la dificultad en la adquisición de filtros originales para el motor Yechai, ya que este no se comercializa a gran escala dentro del territorio ecuatoriano. Los principales desafíos incluyen:

- **Logística de Adquisición:** Los procesos logísticos para la importación de filtros originales son complejos y pueden ocasionar retrasos significativos. El tiempo promedio para la llegada de estos filtros es de aproximadamente un mes, lo que puede afectar la planificación y el mantenimiento preventivo.
- **Costos Elevados:** Los filtros originales importados tienen precios extremadamente altos debido a los costos adicionales de transporte, aranceles y manejo aduanero. Esta situación obliga a las empresas a considerar alternativas más económicas, aunque de menor calidad

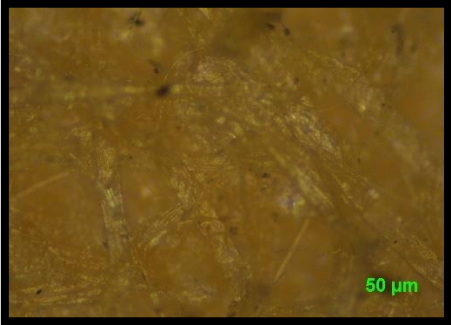
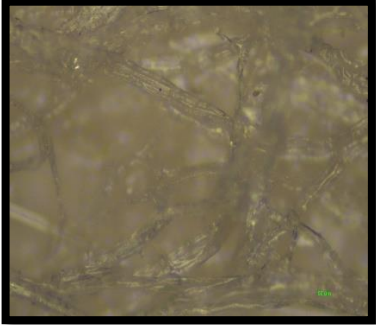
El análisis comparativo de elementos filtrantes de alta y baja calidad en el mercado ecuatoriano ha demostrado claras diferencias en la distribución de filamentos y la calidad de construcción. Los filtros de alta calidad, aunque significativamente más caros, ofrecen una mejor capacidad de filtración y mayor durabilidad, aspectos cruciales para el mantenimiento eficiente de maquinaria pesada. Sin embargo, los desafíos logísticos y económicos en la adquisición de filtros originales, especialmente para motores no comercializados localmente, representan un reto significativo. Es esencial que las empresas equilibren la calidad del filtrado con los costos y las limitaciones logísticas al seleccionar filtros para sus equipos.

El presente estudio se llevó a cabo utilizando el software ImageJ para analizar las imágenes microscópicas de los filtros de alta y baja gama. Los datos obtenidos se exportaron en formato .csv, lo que permitió un análisis detallado de las partículas filtradas. Posteriormente, estos datos fueron sintetizados y graficados en MATLAB, lo que facilitó la comparación visual y cuantitativa de la eficiencia de filtración de los filtros evaluados. Esta metodología permitió obtener resultados concluyentes sobre la calidad y el desempeño de cada filtro, proporcionando una base sólida para las conclusiones y recomendaciones del estudio.

6.4. Análisis Comparativo de Filtros de Alta y Baja Gama

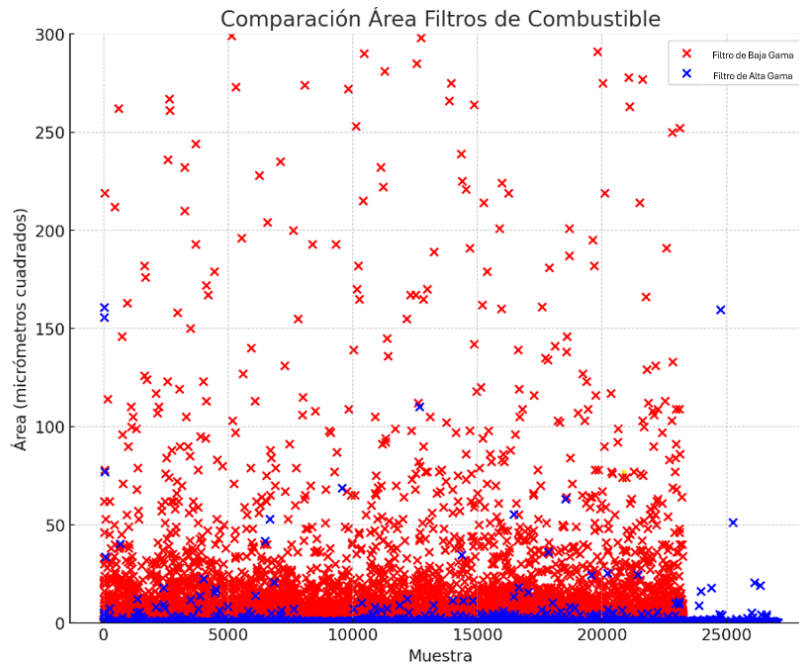
6.4.1. Filtro de Combustible

Tabla 44. *Análisis comparativo Filtros de Combustible*

Filtros de combustible	
Filtro Gama Alta	Filtro Gama Baja
	
Marca: Distribuida Por Salcedo Motors (XCMG Ecuador)	Marca: SAMURY
<ul style="list-style-type: none">• Estructura: Fibras uniformes y densamente empaçadas.• Densidad: Homogénea con menos huecos.• Calidad: Construcción consistente, lo que sugiere una mayor eficiencia en la filtración.	<ul style="list-style-type: none">• Estructura: Fibras entrelazadas de manera irregular.• Densidad: Variable con huecos visibles.• Calidad: Construcción inconsistente, lo que podría permitir el paso de partículas más grandes.

Fuente: Daniel Ayala.

Figura 53. Gráfica comparativa filtros de combustible

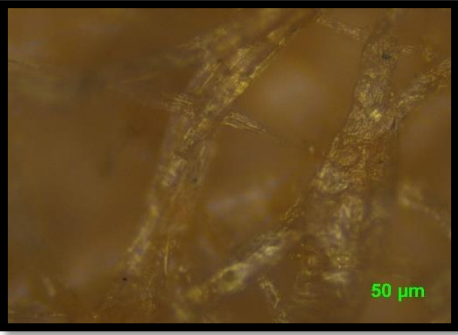
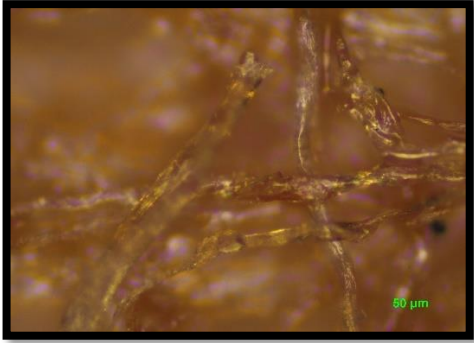


Fuente: Daniel Ayala.

La figura 53 de comparación de áreas filtradas muestra que el filtro de alta gama (representado en azul) tiene una dispersión controlada y consistentemente baja en las áreas filtradas, lo que indica una alta eficiencia en la captura de partículas pequeñas. Esto beneficia a la máquina al reducir el desgaste de los componentes internos y prolongar la vida útil del motor y otros sistemas críticos. En contraste, el filtro de baja gama (representado en rojo) presenta una amplia dispersión de áreas filtradas, lo que sugiere una mayor variabilidad y menor eficiencia en la retención de partículas. Esto puede perjudicar a la máquina, ya que permite el paso de partículas más grandes, aumentando el riesgo de daños y fallos prematuros en los componentes del motor.

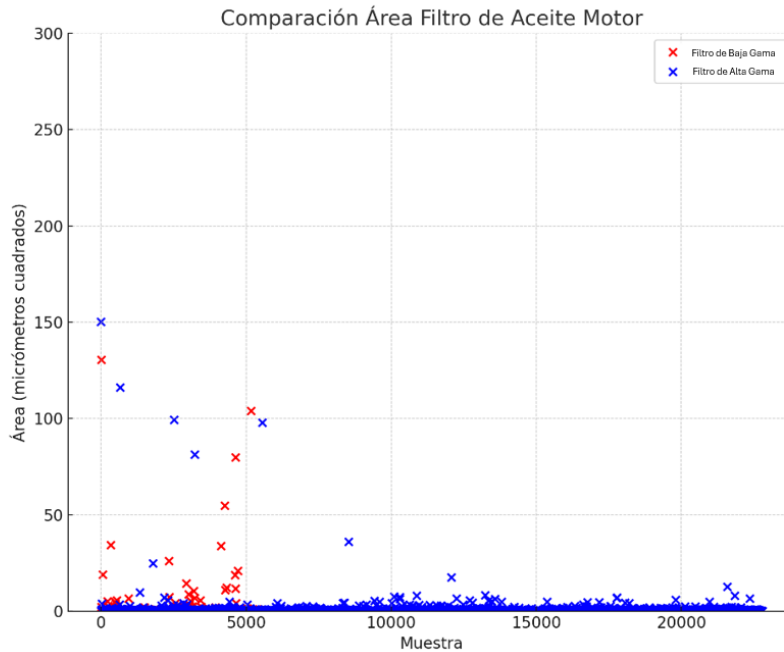
6.4.2. Filtro de Aceite Motor

Tabla 45. *Análisis comparativo Filtros Aceite Motor*

Filtros de Aceite Motor	
Filtro Gama Alta	Filtro Gama Baja
	
Marca: SAKURA	Marca: SAMURY
<ul style="list-style-type: none">• Estructura: Fibras uniformes y densamente empacadas.• Densidad: Homogénea con menos huecos.• Calidad: Construcción consistente, lo que sugiere una mayor eficiencia en la filtración.	<ul style="list-style-type: none">• Estructura: Fibras entrelazadas de manera irregular.• Densidad: Variable con huecos visibles.• Calidad: Construcción inconsistente, lo que podría permitir el paso de partículas más grandes.

Fuente: Daniel Ayala.

Figura 54. Gráfica comparativa filtros de aceite motor



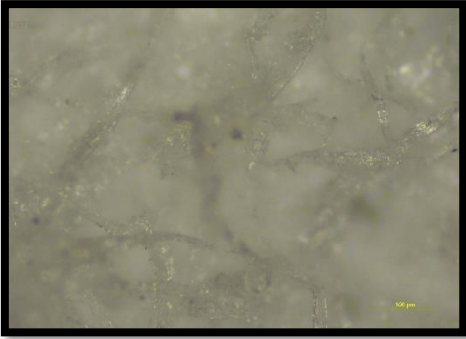
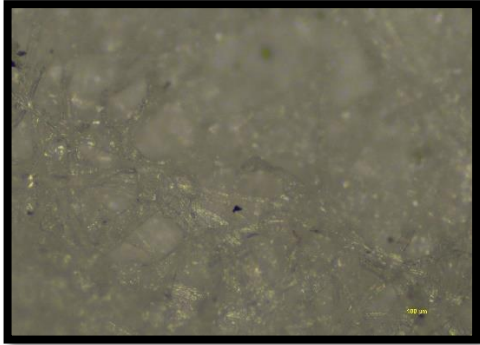
Fuente: Daniel Ayala.

La figura 54 de comparación de áreas filtradas muestra que el filtro de alta gama (representado en azul) tiene una dispersión controlada y consistentemente baja en las áreas filtradas, lo que indica una alta eficiencia en la captura de partículas pequeñas. Esto es crucial para el sistema de lubricación del motor, ya que una filtración eficiente asegura que el aceite se mantenga limpio y libre de contaminantes que podrían causar desgaste en las superficies internas del motor. Un aceite más limpio mejora la lubricación, reduce la fricción y la temperatura operativa, prolongando así la vida útil de los componentes del motor y asegurando un rendimiento óptimo.

En contraste, el filtro de baja gama (representado en rojo) presenta una amplia dispersión de áreas filtradas, indicando una variabilidad significativa en la capacidad de retención de partículas. Esta inconsistencia puede tener efectos perjudiciales para el sistema de lubricación del motor. Las partículas más grandes que pasan a través del filtro de baja gama pueden causar abrasión en las partes móviles del motor, aumentando el desgaste y el riesgo de fallos mecánicos prematuros. Además, un filtro de baja eficiencia puede saturarse más rápidamente, reduciendo su capacidad de filtración efectiva y permitiendo que el aceite se contamine con partículas nocivas.

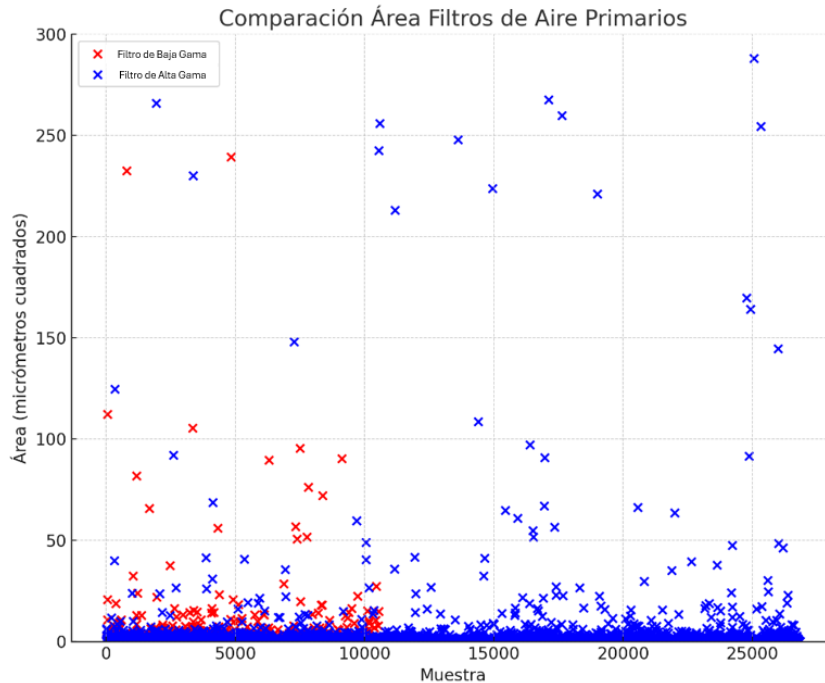
6.4.3. Filtros de Aire

Tabla 46. *Análisis comparativo Filtros de aire primarios*

Filtros de Aire Primarios	
Filtro Gama Alta	Filtro Gama Baja
	
Marca: Distribuida Por Salcedo Motors (XCMG Ecuador)	Marca: SAMURY
<ul style="list-style-type: none">• Estructura: Fibras uniformes y densamente empacadas.• Densidad: Homogénea con menos huecos visibles.• Calidad: Construcción consistente, sugiriendo mayor eficiencia en la retención de partículas finas.	<ul style="list-style-type: none">• Estructura: Fibras dispersas y entrelazadas de forma irregular.• Densidad: Presencia de orificios y áreas menos densas.• Calidad: Construcción inconsistente, lo que permite el paso de partículas más grandes que pueden dañar el motor.

Fuente: Daniel Ayala.

Figura 55. Gráfica comparativa filtros de aire primarios



Fuente: Daniel Ayala.

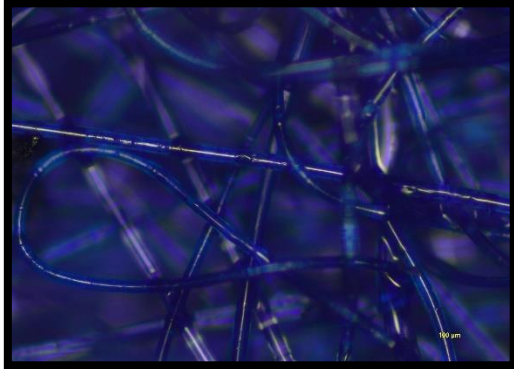
La figura 55 de comparación de áreas filtradas muestra que el filtro de aire de alta gama (representado en azul) tiene una dispersión controlada y consistentemente baja en las áreas filtradas, indicando una alta eficiencia en la captura de partículas pequeñas. Esto es fundamental para el sistema de admisión de aire en motores diésel, ya que una filtración eficiente asegura que el aire que ingresa al motor esté libre de contaminantes que podrían causar abrasión y desgaste en los cilindros y otros componentes internos. Un aire más limpio mejora la combustión, optimiza el rendimiento del motor y reduce el desgaste de los componentes.

En contraste, el filtro de aire de baja gama (representado en rojo) muestra una amplia dispersión de áreas filtradas, lo que sugiere una variabilidad significativa y menor eficiencia en la retención de partículas. Esta inconsistencia en la filtración puede tener graves consecuencias para el sistema de admisión de aire en motores diésel. Las partículas más grandes que no son capturadas pueden ingresar al motor, provocando abrasión en los cilindros y otras partes móviles, lo que resulta en un desgaste acelerado y potenciales fallos mecánicos. Además, la presencia de estas partículas puede afectar negativamente el proceso de combustión, reduciendo la eficiencia del motor y aumentando las emisiones de contaminantes.

Tabla 47. *Análisis comparativo Filtros de aire secundarios*

Filtros de Aire Secundarios

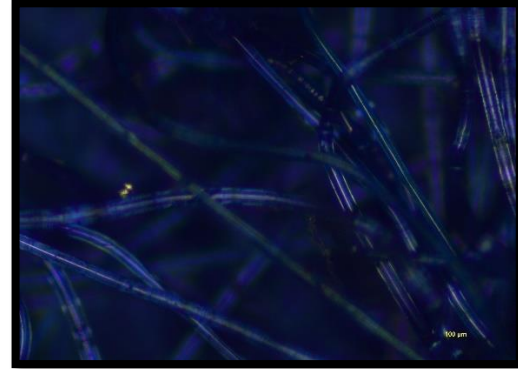
Filtro Gama Alta



**Marca: Distribuida Por Salcedo Motors
(XCMG Ecuador)**

- Estructura: Fibras de polímero uniformes y densamente empacadas.
- Densidad: Homogénea con menos huecos visibles.
- Calidad: Construcción consistente, sugiriendo mayor eficiencia en la retención de partículas finas.

Filtro Gama Baja

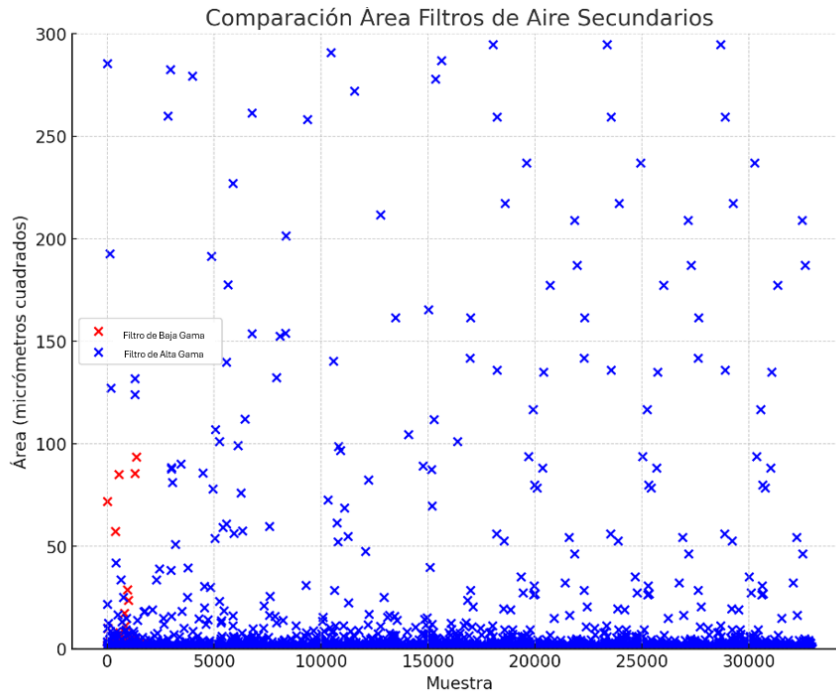


Marca: SAMURY

- Estructura: Fibras de polímero dispersas y entrelazadas de forma irregular.
- Densidad: Presencia de huecos y áreas menos densas.
- Calidad: Construcción inconsistente, lo que permite el paso de partículas más grandes que pueden dañar el motor.

Fuente: Daniel Ayala.

Figura 56. Gráfica comparativa filtros de aire secundarios



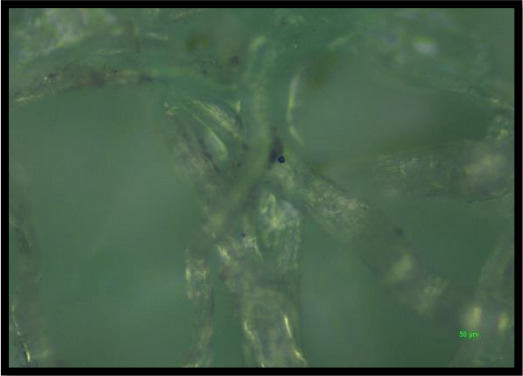
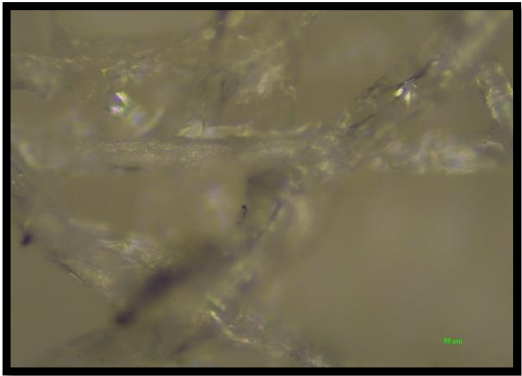
Fuente: Daniel Ayala.

La figura 56 de comparación de áreas filtradas muestra que el filtro de aire secundario de alta gama (representado en azul) tiene una dispersión controlada y consistentemente baja en las áreas filtradas, indicando una alta eficiencia en la captura de partículas pequeñas. La utilización de polímeros de alta calidad en la construcción de este filtro asegura una estructura densa y uniforme, que es crucial para el sistema de admisión de aire en motores diésel. Un filtro eficiente reduce la cantidad de partículas que ingresan al sistema de combustión, mejorando la combustión y reduciendo el desgaste de los componentes internos.

En contraste, el filtro de aire secundario de baja gama (representado en rojo) muestra una amplia dispersión de áreas filtradas, lo que sugiere una variabilidad significativa y menor eficiencia en la retención de partículas. La inconsistencia en la estructura del polímero permite el paso de partículas más grandes, lo que puede causar abrasión en los cilindros y otras partes móviles del motor. Esto resulta en un desgaste acelerado y potenciales fallos mecánicos. Además, un filtro de baja eficiencia puede saturarse más rápidamente, reduciendo su capacidad de filtración efectiva y permitiendo que el aire contaminado ingrese al motor, afectando negativamente la combustión y aumentando las emisiones de contaminantes.

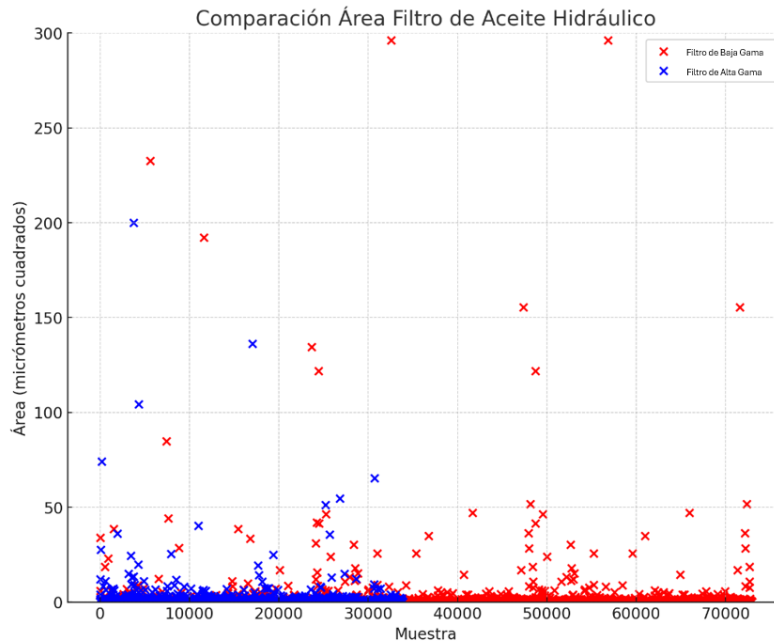
6.4.4. Filtro Hidráulico

Tabla 48. *Análisis comparativo de Filtros hidráulicos*

Filtros hidráulicos	
Filtro Gama Alta	Filtro Gama Baja
	
MARCA: Fafricante de filtros externo	MARCA: Fafricante de filtros externo
<ul style="list-style-type: none">• Estructura: Fibras de papel uniformes y densamente empacadas.• Densidad: Homogénea con menos huecos visibles.• Calidad: Construcción consistente, sugiriendo mayor eficiencia en la retención de partículas finas y posibilidad de prolongar su vida útil al ser lavable.	<ul style="list-style-type: none">• Estructura: Fibras de papel dispersas y entrelazadas de forma irregular.• Densidad: Presencia de huecos y áreas menos densas.• Calidad: Construcción inconsistente, permitiendo el paso de partículas más grandes que pueden dañar el sistema hidráulico.

Fuente: Daniel Ayala.

Figura 57. Gráfica comparativa filtros hidráulicos



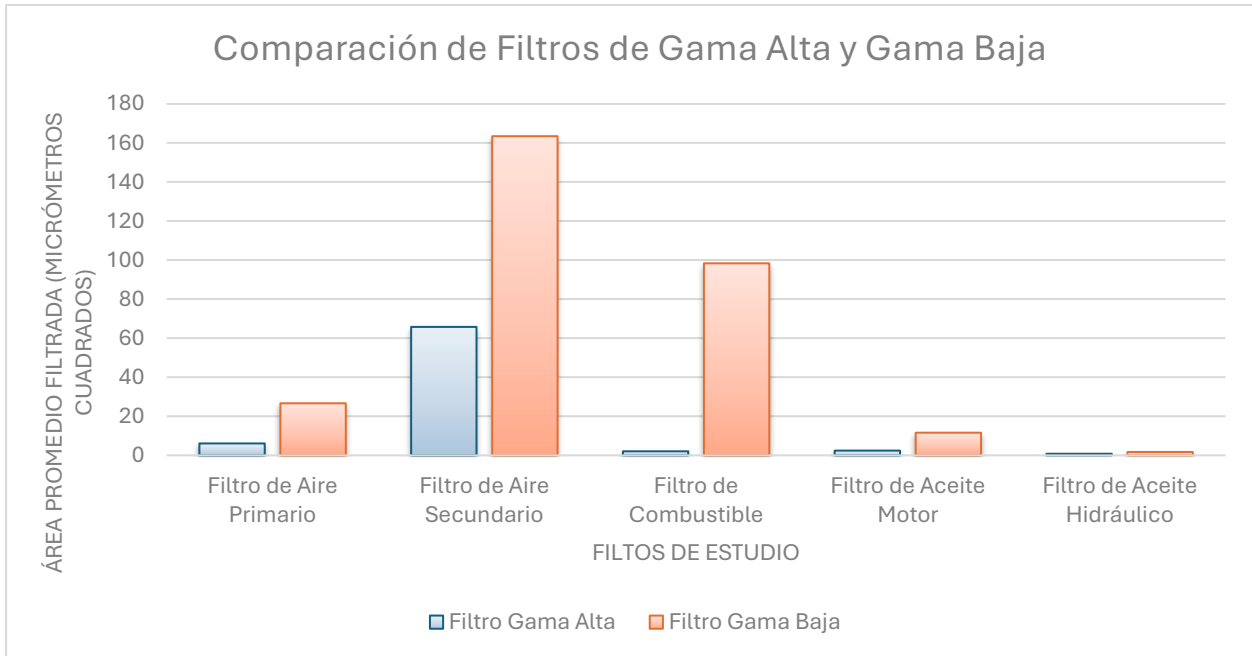
Fuente: Daniel Ayala.

La figura 57 de comparación de áreas filtradas muestra que el filtro hidráulico de alta gama (representado en azul) tiene una dispersión controlada y consistentemente baja en las áreas filtradas, lo que indica una alta eficiencia en la captura de partículas pequeñas. Este aspecto es crucial para el sistema hidráulico de la maquinaria, ya que una filtración eficiente asegura que el aceite hidráulico se mantenga limpio y libre de contaminantes que podrían causar desgaste y daños en las válvulas, bombas y cilindros hidráulicos. Un filtro hidráulico de alta gama también tiene la ventaja de ser lavable, lo que prolonga su vida útil y reduce los costos de mantenimiento.

En contraste, el filtro hidráulico de baja gama (representado en rojo) muestra una amplia dispersión de áreas filtradas, lo que sugiere una variabilidad significativa y menor eficiencia en la retención de partículas. La inconsistencia en la estructura del papel permite el paso de partículas más grandes, lo que puede provocar abrasión en los componentes del sistema hidráulico. Esto resulta en un desgaste acelerado y potenciales fallos mecánicos, comprometiendo la eficiencia y la vida útil del sistema hidráulico.

6.5. Análisis de Resultados

Figura 58. Análisis comparativo de filtros de Gama alta y Gama baja



Fuente: Daniel Ayala.

La figura 58 de comparación de filtros de alta y baja gama muestra claramente la superioridad de los filtros de alta gama en términos de eficiencia de filtración. Los filtros de alta gama (representados en azul) presentan áreas promedio filtradas consistentemente menores en micrómetros cuadrados en comparación con los filtros de baja gama (representados en rojo). Este hecho se observa en todos los tipos de filtros estudiados: filtros de aire primario, filtros de aire secundario, filtros de combustible, filtros de aceite de motor y filtros de aceite hidráulico.

Tabla 49. Datos Técnicos y Consideraciones para Filtros

Datos Técnicos y Consideraciones	
Filtro de Aire Primario	El filtro de alta gama muestra una menor área promedio filtrada, indicando una mejor retención de partículas pequeñas y una mayor protección del sistema de admisión de aire.
Filtro de Aire Secundario	La diferencia es significativa, con el filtro de alta gama filtrando áreas mucho menores, lo que sugiere una eficiencia superior en la protección del motor diésel contra partículas abrasivas.
Filtro de Combustible	Similarmente, el filtro de alta gama muestra una menor área promedio filtrada, asegurando una mejor calidad del combustible que ingresa al motor, reduciendo el desgaste de los inyectores y otros componentes críticos.
Filtro de Aceite Motor y Filtro de Aceite Hidráulico	Ambos filtros de alta gama muestran áreas filtradas menores, lo que resulta en un mejor desempeño del sistema de lubricación y del sistema hidráulico, respectivamente.

Fuente: Daniel Ayala.

Tabla 50. Ventajas y Desventajas de Usar Filtros de Alta y Baja Gama

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor eficiencia en la retención de partículas finas. • Prolongan la vida útil de los componentes del motor y del sistema hidráulico. • Reducción en los costos de mantenimiento a largo plazo. • Capacidad de ser lavables (en el caso de algunos filtros), extendiendo su durabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor eficiencia de filtración, permitiendo el paso de partículas más grandes que pueden causar desgaste y daños. • Mayor variabilidad en la retención de partículas, lo que puede resultar en un rendimiento inconsistente. • Reducción de la vida útil de los componentes del motor y del sistema hidráulico. • Incremento en los costos de mantenimiento debido a la necesidad de reemplazos más frecuentes y reparaciones por daños.

Fuente: Daniel Ayala.

6.5.1. Recomendaciones para la Adquisición de Filtros

En base a los resultados obtenidos, se recomienda la adquisición y uso de filtros de alta gama. Estos filtros no solo ofrecen una mayor protección y eficiencia, sino que también contribuyen a la prolongación de la vida útil de los sistemas y componentes de la maquinaria, resultando en un ahorro significativo en costos de mantenimiento y reparaciones a largo plazo. La inversión en filtros de alta calidad es crucial para asegurar el óptimo rendimiento y durabilidad de la maquinaria, evitando los problemas asociados con el uso de filtros de baja gama.

CONCLUSIONES

- La elaboración del manual de procedimientos para el mantenimiento preventivo, conforme a las recomendaciones del fabricante, prolongará la vida útil de la mini cargadora XCMG XC740K.
- La implementación de inspecciones y mantenimientos regulares, siguiendo el método TPM, reducirá significativamente los fallos mecánicos, mejorando la disponibilidad operativa del equipo.
- La utilización de repuestos de alta calidad y la planificación adecuada de los mantenimientos optimizarán los costos, evitando gastos innecesarios en reparaciones y repuestos no originales.
- La integración de sistemas de seguridad y la capacitación continua del personal incrementarán la seguridad durante la operación y el mantenimiento de la mini cargadora.
- El manual de procedimientos proporcionará una guía clara y estructurada para estudiantes y docentes, facilitando el aprendizaje práctico en el manejo y mantenimiento de maquinaria pesada.
- La disponibilidad constante de la mini cargadora en condiciones óptimas contribuirá significativamente al desarrollo académico de los estudiantes, permitiendo una mejor comprensión de los sistemas hidráulicos y mecánicos.
- La creación de un cronograma detallado de mantenimiento estandarizará los procesos, asegurando que todas las tareas se realicen de manera ordenada y eficiente, siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- La aplicación del método TPM fomentará una cultura de mejora continua en las actividades de mantenimiento, promoviendo la identificación y solución temprana de posibles problemas.
- La optimización del rendimiento y la fiabilidad de la mini cargadora XCMG XC740K asegurará su disponibilidad para uso académico, beneficiando a estudiantes y docentes.
- Se prevé que la aplicación de la documentación desarrollada en el trabajo generará resultados favorables, mejorando la eficiencia operativa y la seguridad del equipo.

RECOMENDACIONES

- Desarrollar y actualizar periódicamente el manual de procedimientos para el mantenimiento preventivo, asegurando que refleje las últimas recomendaciones del fabricante y las mejores prácticas de la industria.
- Implementar un programa de formación continua para los técnicos de mantenimiento y operadores, enfocado en la correcta ejecución de inspecciones y mantenimientos preventivos siguiendo el método TPM.
- Priorizar la adquisición de repuestos de alta calidad y originales, y establecer relaciones con proveedores confiables para garantizar la disponibilidad de estos repuestos.
- Integrar de manera rigurosa las normativas de seguridad industrial en todas las operaciones de mantenimiento y capacitar al personal en el uso adecuado de los equipos de protección personal.
- Facilitar la implementación del manual de procedimientos mediante la realización de talleres y sesiones prácticas para estudiantes y docentes, promoviendo un aprendizaje práctico y efectivo.
- Mantener la mini cargadora en condiciones óptimas mediante un seguimiento riguroso del cronograma de mantenimiento, garantizando su disponibilidad constante para actividades académicas.
- Estandarizar los procesos de mantenimiento creando un sistema de registro y seguimiento de las actividades realizadas, permitiendo un control eficiente y una mejora continua de los procedimientos.
- Optimizar el rendimiento de la mini cargadora mediante la aplicación de las estrategias integrales de mantenimiento descritas, asegurando una operación eficiente y segura del equipo.
- Evaluar regularmente la efectividad de la documentación desarrollada y realizar ajustes necesarios para mejorar los resultados, asegurando que la mini cargadora XCMG XC740K mantenga un alto nivel de operatividad y seguridad.
- Mantener actualizaciones contantes del manual de mantenimiento y estudio de costos del mercado adecuándose a la economía actual.





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almaraz, F. D. (2023). *Prevención En Riesgos Laborales En Tareas De Bacheo Durante La Reparación De Pavimentos De Hormigón*. Universidad Fasta.
- Altamirano Mariños, K. C., & Solorzano Altamirano, R. Y. (2023). *Propuesta De Mejora En La Gestión Logística Y Mantenimiento Para Reducir Los Costos Operativos En Una Empresa De Alquiler De Maquinaria Pesada, Trujillo 2023*. Universidad Privada Del Norte.
- Barros Fajardo, L., & Pulla Morocho, C. (2016). *Análisis De Fallas Del Sistema De Alimentación De Combustible De Un Motor Hyundai Santa Fe 2.0 CRDI Basado En Curvas De Osciloscopio*.
- Castro Chávez, P. J. (2021). *Análisis Económico De La Oferta Y Demanda De Repuestos De Maquinaria Pesada En La Provincia De Sullana Región Piura 2021*. Universidad Nacional De Frontera.
- De La Cruz Chamba, J. W. (2022). *Desarrollo De Un Plan De Mantenimiento Preventivo Mediante El Método TPM Para El Área De Producción En Las Secciones De Inyección De La Empresa Halley Corporación C.L*. Universidad Técnica De Ambato.
- Flores Delgado, N. W., & Chuquipoma Flores, N. (2021). *Plan De Mantenimiento Preventivo Para Aumentar La Disponibilidad De La Maquinaria Pesada En La Empresa Servicios Generales Viviana E.I.R. L., Distrito Huarmaca – Piura*. Universidad Nacional De Jaén.
- Flores Serrano, D. A., & Tacuri Jara, L. M. (2022). *Implementación De La Metodología TPM Para La Gestión Del Mantenimiento En Los Equipos De La Planta De Compostaje En La EMAC-EP*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Gracia, F. (2006). *Principales Consideraciones En La Selección E Instalación De Un Circuito De Enfriamiento Por Agua De Mar A Bordo*.
- Honda Selva. (2022). *Prueba De Cadenas De Mini Cargador 324g*. <https://www.youtube.com/watch?v=Dcrvt-Gsngo>
- León Losada, E. L. (2022). *Gestión De Mantenimiento Para Maquinaria De Construcción*. 5–5.
- Londres, O. (2012). *Evaluación De Lubricante Para La Lubricación De La Máquina A Diesel Rusky Con El Empleo De Norma ISO 7902*.
- NTE INEN-ISO 45001, PUB. L. NO. ISO 45001:2018., 41 (2018). www.iso.org
- Obando Macias, A. F. (2023). *Plan De Mantenimiento Preventivo De Maquinaria Pesada Para La Empresa Servimacons S.A.S*. Universidad Santo Tomás.

- Ordoñez Criollo, K. O., & Salamea Quinteros, H. M. (2020). *Análisis De La Influencia Que Tiene La Calidad Del Filtro De Aire En La Contaminación Del Aceite De Un Motor A Diesel Por Material Particulado*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Párraga Alvarado, J. P. (2023). *Reducción Del Número De Daños En Maquinarias Pesadas De Una Empresa De Servicio De Alquiler*. Escuela Superior Politécnica Del Litoral.
- Romero-Piedrahita, C., Rodríguez-Valencia, A., & Monroy-Jaramillo, M. (2020). Ensamble E Instrumentación De Un Banco Didáctico Para Pruebas De Arranqueenmotores De Combustión Interna. *Revista UIS Ingenierías*, 19(3), 37–48. <https://doi.org/10.18273/Revuin.V19n3-2020004>
- Solís Meza, M., & Torres Rodríguez, R. (2021). Contribuciones Del TPM En La Mejora De La Gestión Del Mantenimiento. *Revista Científica Ingeniar: Ingeniería, Tecnología E Investigación*, 4(8 Edición Especial Diciembre), 58–78. <https://doi.org/10.46296/Ig.V4i8edespdic.0051>
- Vega Angulo, H. E. (2022). *Gestión De Mantenimiento Para Maquinaria De Construcción*.
- Xuzhou Construction Machinery Group Co., L. (2022a). *Xc7 Series Of Skid Steer Loader Operation And Maintenance Manual* (1st Ed., Vol. 1).
- Xuzhou Construction Machinery Group Co., L. (2022b). *Xc740k Skid Loader Spare Parts Catalogue* (1st Ed., Vol. 1).

ANEXOS

Anexo 1. Ficha Técnica del Equipo

 Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito - Campus Sur 2024		
Ficha Técnica del Equipo		
	Mini Cargadora XCMG XC740K	
MARCA	XCMG	
MODELO	XC740K	
AÑO FABRICACIÓN	2023	
CARGA DE FUNCIONAMIENTO	890 Kg	
PESO OPERATIVO	2950 Kg/2.95 Toneladas	
TRACCIÓN MÁXIMA	25 Kn	
MODELO MOTOR	YCF3050/4TNV94L	
POTENCIA NOMINAL MOTOR	36,8 KW	
EMISIONES	China III	
CAPAC. ALMACENAMIENTO ACEITE MOTOR	SAE 15W40 / 3 galones	
VELOCIDAD ROTACION NOMINAL	2400 RPM	
CAPAC. TANQUE DE COMBUSTIBLE	78 litros / 20,61 galones	
CAPAC. TANQUE HIDRÁULICO	45 litros / 11,88 galones (L-VG46)	
CAPAC. CAJA RUEDA DENTADA	Caja dentada izquierda y derecha en total: 36 litros / 9.5 galones (75W90 GL-5)	
GRASA EN EL EQUIPO	0.5 kilogramos (Grasa a base de litio)	
FABRICANTE MOTOR	Guangxi Yuchai Machinery	
REFRIGERACIÓN	Refrigerante (100 % refrigerante con anticongelante hasta -45 grados)	
MODO FUNCIONAMIENTO	Control por guía hidráulica y control electrónico multi funcional.	
TIPO DE NEUMÁTICOS	10 -16.5	
VELOCIDAD MÁXIMA	13 km/h	
VELOCIDAD MÁXIMA	13 km/h	
CAUDAL HIDRÁULICO	79 L/min	
PRESIÓN HIDRÁULICA	21 Mpa	
		

Anexo 2. Interfaz del Plan de Mantenimiento



Plan de Mantenimiento Minicargadora XCMG XC740K										
● EXAMINAR/REPETIR PROCESO + CAMBIAR ● LIMPIAR ● REPARAR ● LUBRICAR										
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO POR SISTEMA	HORÓMETRO DEL EQUIPO									
SISTEMA DE TRASLACIÓN	10	50	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Verificar el estado de los neumáticos y la presión de aire.	●									●
Inspeccionar tapas que contienen a las cadenas de traslación	●									●
Inspeccionar el sistema de traslación mecánico (rodamientos, ejes, pernos, cañerías) y reemplazar si es necesario						●				●
Revisar estado y funcionamiento de las cadenas de transmisión.			●							●
Revisar estado, tensión de cadenas y cambiar aceite de las cajas que contienen a las cadenas.						●				●
Revisar estado de los motores hidrostáticos (fugas, cañerías, suciedad)		●								●
Inspeccionar cilindros de Joysticks, limpiar si es necesario.		●/●								●
Reemplazar aceite de cadenas de traslación										+
SISTEMA HIDRÁULICO	10	50	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Revisar el sistema hidráulico y el nivel de fluido.	●									●
Inspección visual del sistema hidráulico (cañerías, depósito hidráulico, cuerpo de válvulas, bomba hidráulica, motores hidrostáticos, acumulador hidráulico) y filtros elementos (respiradero hidráulico, retorno hidráulico)		●		●						●
Reemplazo de O-Ring depósito hidráulico, inspección de tapa del depósito hidráulico.				+						●
Reemplazo filtro elemento respiradero hidráulico						+				+
Reemplazo filtro elemento de retorno hidráulico						+				+
Reemplazo aceite hidráulico cat hido advanced 10				+/cuando el equipo es nuevo a las 100						+16000 horas
Revisar presiones del sistema hidráulico e hidrostático.				●						●
Revisar estado y funcionamiento de todos los cilindros hidráulicos.				●						●
Verificar y reemplazar componentes principales del sistema hidráulico (si es necesario)										●/ +16000 horas
SISTEMA DE ELÉCTRICO	10	50	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Verificar las conexiones eléctricas y el estado la batería.	●/●									●
Verificar el funcionamiento del corta corriente.	●/●									●
Verificar el funcionamiento del sistema de precalentamiento del motor						●/●				●
Verificar el funcionamiento de los interruptores de asiento del operador.				●/●						●
Desmontar, desarmar, revisar, armar y montar el arrancador. Reemplazar componentes internos según sea necesario.										●/●
Desmontar, desarmar, revisar, armar y montar el alternador. Reemplazar componentes internos según sea necesario.										●/●
Escanear el estado actual del equipo (Uso de escáner dedicado a maquinaria pesada)		●								●
Realizar una inspección completa del sistema eléctrico										●/●
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	10	50	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Inspeccionar el sistema de refrigeración y el nivel de refrigerante.	●									●
Verificar el sistema de refrigeración y ajustar cañerías si es necesario		●								●
Inspeccionar bomba de agua y termostato										●
Reemplazar tapa de radiador										+
Limpiar el sistema de refrigeración.						●/●				●
Reemplazar líquido refrigerante						●/●				+
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	10	50	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Inspeccionar cañerías de lubricación	●									●
Verificar nivel de aceite del motor y rellenar si es necesario.	●									●
Lubricar puntos de engrase		●								●
Cambiar el aceite del motor y el filtro de aceite.			+							+
Reemplazar empaque de tapa válvulas										+
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AIRE Y ESCAPE	10	50	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Verificar y limpiar el filtro de aire.	●/●									●
Limpiar depósito del filtro de aire	●/●									●
Inspeccionar estructura soldada del silenciador de escape		●								●
Reemplazo de filtros de aire del motor diésel			+							+
Inspeccionar mangueras y múltiples de admisión y escape						●/●				●
Limpieza e inspección del sistema de admisión y escape						●/●				●
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	10	50	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Inspeccionar el nivel de combustible.	●									●
Purgar trampas de agua del sistema de filtrado de combustible		●/●								●
Cambiar filtros de combustible.			+							+
Limpiar el tanque de combustible.						●/●				●
Lubricar bomba de transferencia			●							●
Mantenimiento de inyectores						●/●				●
Reemplazo de bandas presentes en el motor										+
Desmontar, desarmar, asentar, limpiar, armar, calibrar y montar la bomba de inyección.						●/●				●
SISTEMA DE SEGURIDAD	10	50	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Inspeccionar comportamiento de encendido y apagado del equipo	●									●
Inspeccionar las luces y dispositivos de seguridad.	●									●
Inspección de seguro de los cilindros hidráulicos situados en los brazos	●									●
Inspección de la estructura ROPS de la cabina	●									●
Inspeccionar etiquetas de señalización en la estructura de la máquina		●								●



Anexo 3. Check List del Equipo

Universidad Politécnica Salesiana - Carrera de Ingeniería Automotriz - Campus Sur



CHECK LIST DEL EQUIPO					
 		DATOS DEL EQUIPO			
		MODELO:	XCMG XC740K		
		SERIE DEL EQUIPO:	XUGOSR07CPCB08511		
DOCENTE A CARGO DE LA PRÁCTICA		SERIE DEL MOTOR:	YCF3050-T302		
LABORATORISTA:					
FECHA DE CHECK LIST:					
HORA DE CHECK LIST:					
CONTROL DE HORAS TRABAJADAS Y ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
HORÓMETRO DEL EQUIPO:		ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE			
		SI	NO	Cant. (%)	
EVALUACIÓN DEL EQUIPO					
SISTEMA DESDE EL SUELO		ESTADO			
Maquina General	BUENO	MALO	SI	NO	OBSERVACIONES
Limpieza					
Contrapesa					
Peldaños					
Pala, Cucharón, Barredora, Martillo Hidráulico					
Herramienta de corte (Cuchilla, uñas)					
Engrasado					
Bastidor					
Cabina					
Ventanas					
Agarraderas					
NEUMÁTICOS					
Inflado					
Llanta					
Labrado					
Tuercas de fijación					
SISTEMA ELÉCTRICO					
Cableado eléctrico					
Motor de arranque					
Alternador					
Batería					
Luces exteriores e interiores					
Balza					
Bujas incandescencia					
Fusibles					
SISTEMA HIDRÁULICO					
Nivel de aceite hidráulico					
Bomba Hidráulica					
Cuerpo de válvulas					
Cilindros Hidráulicos					
Cuerpo de válvulas					
Cañerías hidráulicas					
Radiador					
Filtros					
MOTOR DIÉSEL Y TRANSMISIÓN					
Nivel de aceite Motor					
Nivel de refrigerante					
Mangueras de refrigeración					
Filtros de aire					
Filtros de combustible					
Filtro de aceite motor					
Bandas de motor					
Nivel y estado aceite de transmisión					
Eliminación agua en el combustible					
Fugas de fluidos					
CABINA					
Monitor de control					
Interruptores de operación y navegación					
Asiento del operador					
Cinturón de seguridad					
Traba hidráulica					
Bocina y alarma de retroceso					
Retrovisores					
Estructura ROPS					
Limpieza al interior de cabina					
Extintor					
Martillo de emergencia					
Joysticks de control					
OBSERVACIONES GENERALES:					
	FIRMA DEL LABORATORISTA ENCARGADO				
	FIRMA DEL COORDINADOR LABORATORIO				
	APTA PARA OPERACIÓN				
	SI O NO:				

NOTA: El presente checklist ha sido diseñado para asegurar la operatividad y seguridad de la Minicargadora XCMG XC740K. Su implementación es crucial para

Anexo 4. Interfaz de Costos de Suministros y Mano de Obra para Mantenimientos Preventivos

Horas	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Costo de Mano de Obra	Costo de Suministros	Costo Total
10	Traspañete	1 \$1.00	NO RECUERDE	\$1.00			
	Grasa de lubricación	1 \$1.00	NO RECUERDE	\$1.00			
	Grasa de lubricación (Litros de aceite)	1 \$1.00	NO RECUERDE	\$1.00			
	Resaca de lubricación (Litros de aceite)	1 \$1.00	NO RECUERDE	\$1.00			
	Resaca de aceite hidraulico (Litros de aceite)	1 \$1.00	NO RECUERDE	\$1.00			
	Costo de suministros probados	0 \$0.00					
	Costo de mano de obra opción 1						
	Costo de mano de obra opción 2						
	Costo de mano de obra opción 3						
	Costo de mano de obra opción 4						
50	Traspañete	5 \$5.00	NO RECUERDE	\$5.00			
	Grasa de lubricación	5 \$5.00	NO RECUERDE	\$5.00			
	Grasa de lubricación (Litros de aceite)	5 \$5.00	NO RECUERDE	\$5.00			
	Resaca de lubricación (Litros de aceite)	5 \$5.00	NO RECUERDE	\$5.00			
	Resaca de aceite hidraulico (Litros de aceite)	5 \$5.00	NO RECUERDE	\$5.00			
	Costo de suministros probados	0 \$0.00					
	Costo de mano de obra opción 1						
	Costo de mano de obra opción 2						
	Costo de mano de obra opción 3						
	Costo de mano de obra opción 4						
100	Traspañete	10 \$10.00	NO RECUERDE	\$10.00			
	Grasa de lubricación	10 \$10.00	NO RECUERDE	\$10.00			
	Grasa de lubricación (Litros de aceite)	10 \$10.00	NO RECUERDE	\$10.00			
	Resaca de lubricación (Litros de aceite)	10 \$10.00	NO RECUERDE	\$10.00			
	Resaca de aceite hidraulico (Litros de aceite)	10 \$10.00	NO RECUERDE	\$10.00			
	Costo de suministros probados	0 \$0.00					
	Costo de mano de obra opción 1						
	Costo de mano de obra opción 2						
	Costo de mano de obra opción 3						
	Costo de mano de obra opción 4						
150	Traspañete	15 \$15.00	NO RECUERDE	\$15.00			
	Grasa de lubricación	15 \$15.00	NO RECUERDE	\$15.00			
	Grasa de lubricación (Litros de aceite)	15 \$15.00	NO RECUERDE	\$15.00			
	Resaca de lubricación (Litros de aceite)	15 \$15.00	NO RECUERDE	\$15.00			
	Resaca de aceite hidraulico (Litros de aceite)	15 \$15.00	NO RECUERDE	\$15.00			
	Costo de suministros probados	0 \$0.00					
	Costo de mano de obra opción 1						
	Costo de mano de obra opción 2						
	Costo de mano de obra opción 3						
	Costo de mano de obra opción 4						
200	Traspañete	20 \$20.00	NO RECUERDE	\$20.00			
	Grasa de lubricación	20 \$20.00	NO RECUERDE	\$20.00			
	Grasa de lubricación (Litros de aceite)	20 \$20.00	NO RECUERDE	\$20.00			
	Resaca de lubricación (Litros de aceite)	20 \$20.00	NO RECUERDE	\$20.00			
	Resaca de aceite hidraulico (Litros de aceite)	20 \$20.00	NO RECUERDE	\$20.00			
	Costo de suministros probados	0 \$0.00					
	Costo de mano de obra opción 1						
	Costo de mano de obra opción 2						
	Costo de mano de obra opción 3						
	Costo de mano de obra opción 4						

Horas de Mantenimiento	Empleados	Empleados	Empleados
100	\$100.00	\$100.00	\$100.00
150	\$150.00	\$150.00	\$150.00
200	\$200.00	\$200.00	\$200.00
250	\$250.00	\$250.00	\$250.00
300	\$300.00	\$300.00	\$300.00
350	\$350.00	\$350.00	\$350.00
400	\$400.00	\$400.00	\$400.00
450	\$450.00	\$450.00	\$450.00
500	\$500.00	\$500.00	\$500.00



Anexo 5. Facturas y Proformas



SALCEDO MOTORS S.A. SALMOTORS
 Dir. Matriz: GUAYAS/GUAYQUIL/VIA A DAULE KM 15.5
 Dir. Sucursal: PICHINCHA/QUITO/CALDERON/PANAMERICANA NORTE DE 1-288 Y LUIS VACARI
 Contribuyente Especial Nro. 745
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

R.U.C.: 099272786001
FACTURA
 No. 005-001-00000167
 NÚMERO AUTORIZACIÓN
 17052024109927278600120050010000001679846951119
 FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN
 2024-05-17 15:13:28-05-00
 AMBIENTE: Producción
 EMISIÓN: Normal
 CLAVE DE ACCESO

Razón Social / Nombres y Apellidos: AYALA DIAZ PEDRO MANUEL RUC / CI: 1706695376001
 Fecha Emisión: 17/05/2024 Guía de Remisión:


Cost. Principal	Cod. Auxiliar	Cant.	Descripción	Unidad Medida	Precio Unitario	Excepciones Recol.	Descuento	Precio Total
REP000215	REP00021510	1	FILTRO DE COMBUSTIBLE XC7-SR10	UN	\$7.65	\$0.00	\$0.38	\$7.27
REP000216	REP00021635	1	FILTRO DE AIRE EXT XC7-SR10	UN	\$14.76	\$0.00	\$0.74	\$14.01

Forma de Pago	Valor	Plazo	Tiempo
OTROS CON UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	\$24.47		DÍAS

Forma de Pago SUBTOTAL 15% 21.28
 SUBTOTAL 0% 0.00
 SUBTOTAL NO SUJETO IVA 0.00
 SUBTOTAL EXENTO IVA 0.00
 SUBTOTAL SIN IMPUESTOS \$21.28
 DESCUENTO \$1.12
 ICE 0.00
 IVA 15% \$3.19
 Prognosis 0.00
VALOR TOTAL \$24.47

VALOR A PAGAR \$24.47

Información Adicional
 OTROS CON UTIL. SIST. FINAN
FORMA PAGO
INFO CLIENTE CIUDAD: QUITO DISTR: CALDERÓN (CARAPUNGO) / GARCIA MORENO LOTES 8 Y PASAD. ALEGRIA- QUITO-PICHINCHA ECUADOR. TELEFONO 0969688789 EMAIL: AYALADANIEL@INCIV.COM
OBSERVACION VENTA DE FILTROS DE AIRE Y COMBUSTIBLE
VENDEDOR C-JOEL VALLADARES




FLTRO
 R.U.C.: 1706695376001
 NOTA DE VENTA No. 0000283
 AUT. SRI: 17131806221
 CLIENTE: Pedro Ayala
 DIRECCION: Calderon
 TELEFONO: 0969688789
 RUC/CI: 1706695376001

CONTRIBUYENTE MEDICIÓN POPULAR EN SU CASO INCLUIR
 No. 0000282
 AUT. SRI: 17131806221
 CLIENTE: Pedro Ayala
 DIRECCION: Calderon
 TELEFONO: 0969688789
 RUC/CI: 1706695376001

CANT.	DESCRIPCION	V. UNIT.	V. TOTAL
1	Instalación filtro de papel y malla plástica sin tapas	45,00	45,00

TOTAL \$ 45,00



FLTRO
 R.U.C.: 1706695376001
 NOTA DE VENTA No. 0000282
 AUT. SRI: 17131806221
 CLIENTE: Pedro Ayala
 DIRECCION: Calderon
 TELEFONO: 0969688789
 RUC/CI: 1706695376001

CONTRIBUYENTE MEDICIÓN POPULAR EN SU CASO INCLUIR
 No. 0000282
 AUT. SRI: 17131806221
 CLIENTE: Pedro Ayala
 DIRECCION: Calderon
 TELEFONO: 0969688789
 RUC/CI: 1706695376001

CANT.	DESCRIPCION	V. UNIT.	V. TOTAL
1	Instalación de filtro hidráulico	60,00	60,00

TOTAL \$ 60,00

NO TIENE LOGO

R.U.C.: 1706695376001
FACTURA
 No. 001-00000001
 NÚMERO AUTORIZACIÓN
 17052024109927278600120050010000001679846951119
 FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN
 2024-05-17 15:13:28-05-00
 AMBIENTE: Producción
 EMISIÓN: Normal
 CLAVE DE ACCESO

CONTRIBUYENTE MEDICIÓN POPULAR EN SU CASO INCLUIR
 No. 0000282
 AUT. SRI: 17131806221
 CLIENTE: Pedro Ayala
 DIRECCION: Calderon
 TELEFONO: 0969688789
 RUC/CI: 1706695376001

CANT.	DESCRIPCION	V. UNIT.	V. TOTAL
1	Instalación de filtro hidráulico	60,00	60,00

TOTAL \$ 60,00

ZONCO

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
 RUC: 09091318005
 Dirección: Rumbiaca y Marín Valverde
 Teléfono: 099 594 8200
 Asesor: FALTROS PARA MANEJADORAS
 Fecha: 28 May 24

Asesoría Técnica Ventas y Servicio

VALORES POR SERVICIOS PROFESIONALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA PESADA DE PROVEEDORES MECÁNICOS CALIFICADOS

Proyecto: Servicio de mantenimiento en maquinaria pesada

Oferente: Daniel Ayala
 Propuesta económica: Ayala Constructora // INCIV Ingeniería y Proyectos
 Fecha: 24/6/2024

Item	Cant	Producto / Servicio	Precio Unitario	TOTAL
1	1	Filtro de aceite motor 180-1012240	USD 70,00	USD 70,00
1	10	Filtro de aceite motor 180-1012240	USD 30,00	USD 300,00
2	1	Filtro combustible A5500-1107140	USD 130,00	USD 130,00
2	10	Filtro combustible A5500-1107140	USD 20,00	USD 200,00
3	1	Filtro de aire K30R1320B41	USD 70,00	USD 70,00
3	10	Filtro de aire K30R1320B41	USD 8,00	USD 80,00
4	1	Filtro hidráulico tiempo	USD 87,00	USD 87,00
4	10	Filtro hidráulico tiempo	USD 8,00	USD 80,00
SUB TOTAL			USD 907,00	
IVA 10%			\$90,70	
TOTAL			USD 997,70	

Servicio Técnico: 1 año por defecto de fábrica
 Condiciones de pago: Conto entrega
 Validez de la oferta: 30 días
 Tiempo de entrega: 03-20 DÍAS

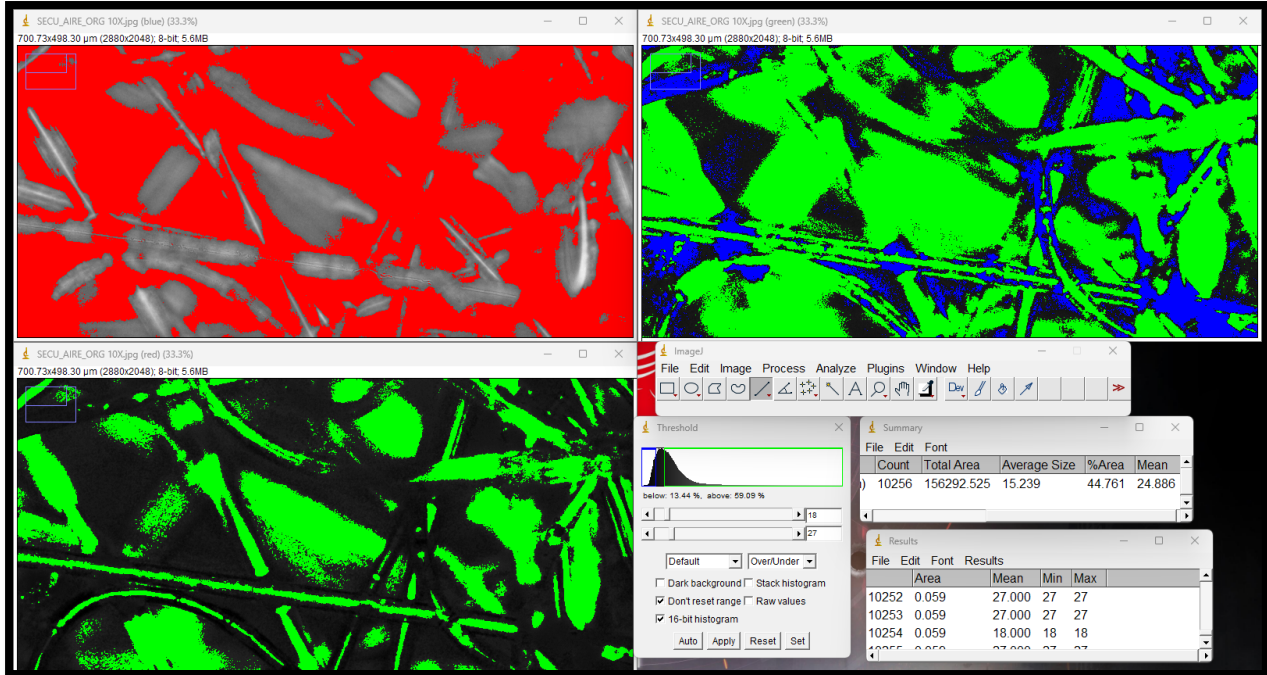
INCIV INGENIERIA Y PROYECTOS

INCIV INGENIERIA Y PROYECTOS
 Av. De los Migrantes s/n y Javier Maldonado
 099 643 0398 - 0977 408 9805
 ventas@inciv.ec - info@inciv.com.ec
 Quito - Ecuador

ITEM	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
1	Mecánica a Diesel Guaylabamba. Incluye: Salida de 1 técnico, movilización, evaluación y diagnóstico en sitio de la maquinaria, mano de obra y procesos de mantenimiento	dia	1.00	\$100.00	\$ 100.00
2	Técnicos Calificados para mantenimiento mecánico de INCIV Ingeniería y Proyectos // Ayala Constructora. Incluye: Salida de 1 técnico, movilización, evaluación y diagnóstico en sitio de la maquinaria, mano de obra y procesos de mantenimiento	dia	1.00	\$70.00	\$ 70.00
TOTAL				\$	170.00

* Duración de la oferta 20 días
 * El cliente se compromete a brindar la herramienta, aceites, lubricantes y repuestos requeridos en sitio.
 * Si se requiere herramienta especial que no se disponga en sitio, se cobrará un valor adicional por transporte y movilización de herramientas más la tarifa diaria por renta de herramientas mecánicas

Anexo 6. Análisis de Elementos Filtrantes con el uso de ImageJ



Anexo 7. Análisis de Resultados en Matlab

