

DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
MAQUINARIA PESADA DE LA ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE LA ESPERANZA

LEYDER YESID JAIMES GUERRERO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2021

DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
MAQUINARIA PESADA DE LA ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE LA ESPERANZA

LEYDER YESID JAIMES GUERRERO

Trabajo de grado para optar título de Ingeniero Mecánico

Director:

Carlos Borrás Pinilla

PhD. Ingeniería Mecánica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2021

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres, Héctor Jaimes y especialmente a mi madre Olga Guerrero Ortega que siempre ha estado a mi lado en este arduo camino, apoyándome, entendiéndome, dándome fuerzas en los momentos difíciles y que con su amor de madre me acompañó en toda mi travesía hasta llegar a mi meta profesional.

A mis familiares y amigos por el apoyo incondicional que me brindaron siempre, sus consejos, su cariño, y su credibilidad que brindaron en mí.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por darme salud, vida, sabiduría y fortaleza en los momentos más difíciles de este difícil camino. Por permitirme cumplir con este gran logro, así como por todas las bendiciones recibidas.

A todos mis familiares que desde un principio fueron mi inspiración y mis pilares para seguir adelante, especialmente a mi tío Aníbal Jaimes Guerrero y esposa por su confianza puesta en mí, que con su empuje y colaboración permitieron culminar de manera satisfactoria este proyecto.

Agradezco de manera muy especial a la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería Mecánica por toda la formación dada durante esta etapa.

A la Alcaldía de la Esperanza por la oportunidad de permitirme afianzar mis conocimientos y promover el vínculo UNIVERSIDAD-EMPRESA.

A todas esas personas que de una u otra forma contribuyeron a esta formación profesional, integral y crecimiento personal.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
2. OBJETIVOS.....	22
2.1 OBJETIVO GENERAL	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
3. JUSTIFICACIÓN.....	23
4. MARCO REFERENCIAL.....	25
4.1 MARCO TEÓRICO	25
4.1.1 Mantenimiento	25
4.1.2 Propósito de mantenimiento	29
4.1.3 Modelos de mantenimiento	29
4.1.4 Tipos de mantenimiento.....	33
4.1.4.1 Mantenimiento Correctivo	34
4.1.4.2 Mantenimiento Preventivo.....	34
4.1.4.3 Mantenimiento Predictivo.....	37
4.1.4.4 Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance TPM)	37
4.1.5 Términos asociados al Mantenimiento.....	38
4.2 PROCESOS EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	40
4.2.1 Planeación.	40
4.2.2 Programación.....	40
4.2.3 Ejecución.	41
4.3 MARCO LEGAL.....	41

	Pág.
4.3.1 Norma ISO 14224	42
4.3.2 Taxonomía	42
5. SITUACIÓN Y ESTADO ACTUAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DEL MUNICIPIO DE LA ESPERANZA	44
5.1 HISTÓRICOS	44
5.2 DIAGNOSTICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO.....	45
5.2.1 Administración del mantenimiento.	45
5.2.2 Planeación o programación del mantenimiento.	45
5.2.3 Documentación técnica.....	45
5.2.4 Apoyo informático.	45
5.2.5 Costos de mantenimiento.	46
5.2.6 Área física para el mantenimiento.....	46
5.2.7 Personal de mantenimiento.	46
5.2.8 Diagnóstico del estado de los equipos.....	46
5.2.9 Gestión y almacén de repuestos.....	46
5.2.10 Situación y estado de la maquinaria.	47
5.3 ORGANIZACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	47
5.3.1 Finalidad y posición del municipio respecto al área de mantenimiento.....	47
5.3.2 Programación de mantenimiento.	47
5.4 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO DENTRO DEL MUNICIPIO	48
6. METODOLOGÍA DE DESARROLLO	51
6.1 RECONOCIMIENTO DE LA MAQUINARIA.....	54
6.2 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS	55
6.1.1 Criterios de codificación.....	55

	Pág.
7. DOCUMENTACIÓN PARA EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	59
7.1 TIPOS O NIVELES DE INFORMACIÓN	60
7.2 DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN REFERENTE A LOS DATOS PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	61
7.2.1 Aspecto técnico.....	61
7.2.2 Aspectos de costos.....	61
7.2.3 Gestión del mantenimiento	62
7.3 DISEÑO Y ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	63
7.3.1 Ficha técnica para equipos y maquinaria.....	63
7.3.2 Formato interno de inventario e inspección preoperacional.....	66
7.3.3 Orden de trabajo.....	71
7.3.4 Solicitud u Orden de servicio.....	73
7.3.5 Bitácora mantenimiento preventivo.....	75
7.3.6 Registro de mantenimiento correctivo.....	76
8. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA DEL MUNICIPIO DE LA ESPERANZA.....	79
8.1 MOTONIVELADORA NEW HOLLAND RG 140B.....	80
8.1.1 Mantenimiento	80
8.2 TRACTOR DE CADENAS D5K2XL	83
8.2.1 Mantenimiento	84
8.3 VIBRO COMPACTADORA JCB VM75 2015.....	88
8.3.1 Mantenimiento	88
9. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN BÁSICO MEDIANTE LA HERRAMIENTA DE EXCEL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	93

	Pág.
9.1 DISEÑO BÁSICO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO (PROGRAMA EN EXCEL).....	93
9.1.1 Parámetros importantes del sistema de información.	95
9.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO (PROGRAMA EN EXCEL).....	96
9.3 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN EXCEL.....	98
9.3.1 Pantalla principal.....	98
9.3.2 Modulo de Inventario de Equipos.....	99
9.3.3 Sección de Mantenimiento.....	100
9.3.4 Cronogramas de mantenimiento preventivo.	104
9.3.4.1 Cronograma por horas.....	105
9.3.4.2 Cronograma por kilómetros.....	107
9.3.5 Ingreso de Datos de Variable de Control	107
9.3.6 Gestión de Ordenes de Trabajo.....	108
9.3.7 Recursos Humanos.	111
9.3.8 Stock de Repuestos.....	112
9.3.9 Historial de equipos	113
10. ANÁLISIS FINANCIERO Y COSTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	115
10.1 BENEFICIOS ESPERADOS	115
10.1.1 Beneficios tangibles.	115
10.1.2 Beneficios intangibles.	115
10.2 COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA MAQUINARIA PESADA2020/2021	116
10.3 COSTOS Y GASTOS DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS PARA CADA UNA DE LAS MAQUINAS DE MUNICIPIO DE LA ESPERANZA.....	118

	Pág.
10.4 COSTO DE MANO DE OBRA.....	126
10.5 COSTO TOTAL ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	127
10.6 COMPARACIÓN ENTRE LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	127
11. INDICADORES DE GESTIÓN	128
11.1 CONFIABILIDAD	131
11.2 MANTENIBILIDAD.....	131
11.3 DISPONIBILIDAD	132
12. RECOMENDACIONES.....	133
13. CONCLUSIONES	134
BIBLIOGRAFÍA.....	136
ANEXOS.....	139

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación del municipio de la Esperanza.	20
Figura 2. Maquinaria pesada.	21
Figura 3. Mantenimiento de vías terciarias.	24
Figura 4. Historia y evolución del mantenimiento Industrial.	27
Figura 5. Estrategias de Mantenimiento y su relación al costo-beneficio.....	28
Figura 6. Características principales del modelo correctivo.....	30
Figura 7. Características principales del modelo Condicional.....	31
Figura 8. Características principales del modelo Sistemático.....	32
Figura 9. Características principales del modelo de alta Disponibilidad.	33
Figura 10. Actividades de mantenimiento preventivo.....	36
Figura 11. Taxonomía de equipos según la norma ISO 14224.....	43
Figura 12. Parámetros estudiados.	48
Figura 13. Diagnostico, necesidades y mejoras del área de mantenimiento.	50
Figura 14. Maquinaria pesada del municipio de la Esperanza.....	51
Figura 15. Procedimiento de desarrollo del plan de mantenimiento preventivo.	53
Figura 16. Ficha técnica motoniveladora New Holland RG140B.	65
Figura 17. Formato interno de inventario e inspección preoperacional para máquinas y vehículos.	70
Figura 18. Formato orden de trabajo.	72
Figura 19. Formato orden de servicio.	75
Figura 20. Formato bitácora de mantenimiento preventivo.....	76
Figura 21. Formato de registro de mantenimiento correctivo.....	78
Figura 22. Variables de entrada y salida del programa de mantenimiento.	95
Figura 23. Diseño de la estructura del sistema de información de mantenimiento.	96
Figura 24. Pantalla principal.....	99
Figura 25. Módulo de Inventario de Equipos.	99
Figura 26. Sección de mantenimiento.....	100
Figura 27. Pantalla Orden OT.....	101
Figura 28. Pantalla Formato OS.	102
Figura 29. Pantalla Bitácora de mtto preventivo.	103
Figura 30. Pantalla Formato preoperacional.....	103
Figura 31. Pantalla de Formato Interno de mtto correctivo.	104

Figura 32. Opciones Modulo de Cronogramas de Mantenimiento.....	105
Figura 33. Pantalla de Cronograma de mtto preventivo por horas.....	105
Figura 34. Pantalla de agregar actividad.	106
Figura 35. Pantalla de cronograma de mtto preventivo por kilómetros.	107
Figura 36. Pantalla módulo de Ingreso de Datos de Variable Control.	108
Figura 37. Pantalla modulo Gestión de Órdenes de Trabajo.	109
Figura 38. Pantalla del botón Agregar y/o Editar Repuestos.	110
Figura 39. Pantalla botón cerrar Orden de Trabajo.....	111
Figura 40. Pantalla módulo de Recursos Humanos.....	112
Figura 41. Pantalla módulo Stock de repuestos.....	113
Figura 42. Pantalla para ver el historial de cada equipo.	113
Figura 43. Registro del historial para cada uno de los equipos.	114
Figura 44. Comparación.	127
Figura 45. Siglas y nomenclaturas para el cálculo de los indicadores de la gestión del mantenimiento.....	130

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Modelo de codificación de equipos.	55
Tabla 2. Codificación Primer Nivel.....	55
Tabla 3. Codificación Segundo Nivel.....	56
Tabla 4. Codificación Tercer Nivel.....	56
Tabla 5. Codificación Cuarto Nivel.....	57
Tabla 6. especificación de las actividades a realizar.	79
Tabla 7. Mantenimiento a las 10 horas de la MOTONIVELADORA RG140B.....	80
Tabla 8. Mantenimiento a las 50 horas de la MOTONIVELADORA RG140B.....	80
Tabla 9. Mantenimiento a las 100 horas de la MOTONIVELADORA RG140B.....	81
Tabla 10. Mantenimiento a las 250 horas de la MOTONIVELADORA RG140B.....	81
Tabla 11. Mantenimiento a las 500 horas de la MOTONIVELADORA RG140B.....	82
Tabla 12. Mantenimiento a las 1000 horas de la MOTONIVELADORA RG140B.....	83
Tabla 13. Mantenimiento a las 2000 horas de la MOTONIVELADORA RG140B.....	83
Tabla 14. especificación de las actividades a realizar.	84
Tabla 15. Mantenimiento a las 10 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.....	84
Tabla 16. Mantenimiento a las 50 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.....	85
Tabla 17. Mantenimiento a las 100 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.....	85
Tabla 18. Mantenimiento a las 250 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.....	86
Tabla 19. Mantenimiento a las 500 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.....	86
Tabla 20. Mantenimiento a las 1000 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.....	87
Tabla 21. Mantenimiento a las 1500 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.....	87
Tabla 22. Mantenimiento a las 2000 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.....	87
Tabla 23. Mantenimiento a las 3000 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.....	87
Tabla 24. Mantenimiento a las 12000 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.....	88

Tabla 25. Mantenimiento a las 10 horas del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75.	88
Tabla 26. Mantenimiento a las 50 horas del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75.	89
Tabla 27. Mantenimiento a las 250 horas del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75.	90
Tabla 28. Mantenimiento a las 500 horas del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75.	90
Tabla 29. Mantenimiento a las 1000 horas del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75.	91
Tabla 30. Mantenimiento a las 2000 horas del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75.	91
Tabla 31. Mantenimiento a las 2000 horas del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75.	91
Tabla 32. Gastos de mantenimiento correctivo anual de la maquinaria pesada. .	117
Tabla 33. Costo de mantenimiento preventivo anual de la motoniveladora.	118
Tabla 34. Costo del mantenimiento preventivo anual de la vibro compactadora. .	119
Tabla 35. Costo del mantenimiento preventivo anual del cargador frontal.	121
Tabla 36. Costo del mantenimiento preventivo anual de la volqueta FVR.	122
Tabla 37. Costo de mantenimiento preventivo anual del tractor de cadenas.	124
Tabla 38. Costo de mantenimiento preventivo anual cama baja tipo zorra.	125
Tabla 39. Costo total de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada. .	126
Tabla 40. Costos mano de obra para el mantenimiento de la maquinaria.	126
Tabla 41. Costo total anual de mantenimiento preventivo.	127

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Inventario de la maquinaria del municipio de la Esperanza.	54
Cuadro 2. Codificación de equipos.	58
Cuadro 3. Documentos para el plan de Mantenimiento.	63

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Fichas técnicas de la maquina	139
Anexo B. Tractor de cadenas D5K2 XL	140
Anexo C. Cargador frontal DRESSER 515	141
Anexo D. Volqueta ODR 089 Chevrolet.....	142
Anexo E. Remolque cama baja tipo zorra.....	143
Anexo F. Formato interno de inventario e inspección para la maquinaria y vehículos	144
Anexo G. Formato Orden de Trabajo.....	146
Anexo H. Formato Orden de Servicio	147
Anexo I. Formato interno de registro de mantenimiento correctivo.....	148
Anexo J. Plan de mantenimiento del CARGADOR FRONTAL INTERNATIONAL DRESER 515	149
Anexo K. Plan de mantenimiento de la VOLQUETA FVR ODR 989 2012.....	153
Anexo L. Plan de mantenimiento de CAMA BAJA TIPO REMOLQUE 2017	156

RESUMEN

TÍTULO: Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la alcaldía municipal de la Esperanza

AUTOR: Leyder Yesid Jaimes Guerrero

PALABRAS CLAVE: Estandarización, mantenimiento, gestión de activos, caracterización, maquinas, fichas técnicas.

DESCRIPCIÓN: La gestión administrativa en el mantenimiento de los equipos es una parte primordial en cualquier empresa. En este proyecto se realizó un proceso para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento en la alcaldía del municipio de La esperanza a la maquinaria pesada, debido a que muchas veces no se realiza un adecuado uso y mantenimiento por parte de los trabajadores y operarios, dando como resultado el deterioro de la maquinaria perjudicando a la comunidad. El proyecto en referencia busca estructurar una estrategia de mantenimiento para la maquinaria utilizada en el municipio para la creación y mantenimiento de nuevas vías. Para esto, se le realizo un diagnóstico y estado actual de los equipos donde se estandarizando la hoja de vida de las máquinas, mediante la aplicación de la norma ISO14224 con el fin de ser parte de la estrategia de mantenimiento que se presentara a la oficina de Infraestructura

En primer lugar, Identificamos el tipo de maquinaria que tiene el municipio mediante la aplicación de un inventario para así obtener una cuantificación de la cantidad de máquinas pertenecientes al municipio de la Esperanza norte de Santander con el objetivo de definir los parámetros de caracterización correspondiente a cada máquina. Después se procede a diseñar los estándares de trabajo y los instrumentos evaluativos para la creación de los planes de mantenimiento de los equipos, Al terminar este proceso se pretende realizar una visita técnica para recopilar datos implementando los formatos de caracterización previamente construidos. Al tener la información ya estandarizada se tiene como objetivo diseñar el plan de mantenimiento para cada máquina obteniendo como resultados una mejor gestión del mantenimiento operativa en el municipio. Por último, se procedió a desarrollar un programa de mantenimiento en Excel para la alcaldía de la Esperanza de forma dinámica y eficiente que permita el incremento de la vida útil de la maquinaria.

* Trabajo de Grado

* Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Carlos Borrás Pinilla, Doctor en Ingeniería Mecánica.

ABSTRACT

TITLE: Development of a preventive maintenance plan for the heavy machinery of the municipal mayor of la Esperanza.

AUTHOR: Leyder Yesid Jaimes Guerrero.

KEY WORDS: Standardization, maintenance, asset management, characterizing, machines, technical sheets.

DESCRIPTION: The Administrative management for the maintenance of construction equipment is a fundamental part of any company. In this project, a procedure was carried out to improve the maintenance management for heavy machinery in the mayor's office of the municipality of La Esperanza; Due to the fact that many times an adequate use and maintenance is not carried out by workers and operators, resulting in the deterioration of the machinery, harming the community. The project in question seeks to structure a maintenance strategy for the machinery used in the municipality for the creation and maintenance of new roads. To do this, a diagnosis and current status of the equipment was carried out, where the technical sheets of the machinery were standardized, through the application of the ISO14224 standard in order to be part of the maintenance strategy that will be presented to the office of Infrastructure.

In the first place, we identified the type of machinery that the municipality has by implementing an inventory in order to obtain a quantification of the number of machines whom belong to the municipality of La Esperanza Norte de Santander in order to define the characterization parameters corresponding to each machine. At the end of this process, we proceeded to carry out a technical visit to collect data by implementing the previous constructed characterization formats. Having the information already standardized, we proceeded to design the maintenance plan for each machine, obtaining as results a better management of operational maintenance in the municipality. Finally, we proceeded to develop a maintenance program using Excel for the municipality of La Esperanza in a dynamic and efficient way, which will allow the increase in the useful life of the machinery.

* Degree work.

* Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Director: Carlos Borrás Pinilla, Doctor in Mechanical Engineering

INTRODUCCIÓN

Actualmente, todos los sistemas de producción de manufactura se ven obligados a paros imprevistos y averías de equipos que conllevan al paro de la producción, por esto, se ven obligados a trabajar de la mano con un programa de mantenimiento. Es indispensable conocer las ventajas y beneficios que traen consigo la implementación de tareas de mantenimiento. En este documento se desea conocer los beneficios que trae consigo un programa de actividades de mantenimiento realizado a equipos pertenecientes al municipio de la Esperanza.

En el presente proyecto se propone realizar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada perteneciente a la Alcaldía de la Esperanza norte de Santander, municipio donde soy oriundo. Para ello, es necesario evaluar la situación del estado actual; donde es necesario usar algunas herramientas tales como: diagnóstico del estado actual de cada máquina, realizar una consulta al encargado de esta maquinaria y a los operarios que las utilizan, consultar a los manuales de funcionamiento de las distintas máquinas, con la finalidad de recolectar información necesaria para el desarrollo de la investigación. Además, es importante desarrollar los inventarios de los diferentes tipos de maquinaria (máquinas y vehículos de carga pesada), de igual manera se debe realizar la respectiva caracterización de todos los equipos existentes.

Con lo anterior, se pretende implementar uno de los primeros procesos básicos que son aplicados en la Gestión de Mantenimiento por las empresas con la finalidad de minimizar las fallas de las máquinas y reducir los costos de mantenimiento estandarizando la hoja de vida de cada uno; así asegurando una mayor disponibilidad y operabilidad de la maquinaria para el municipio.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El área del mantenimiento industrial es un proceso fundamental para la ingeniería mecánica. Ya que al poner en marcha una máquina, su deterioro y reducción de vida útil es inevitable. Por ello, actualmente a nivel nacional el mantenimiento es una de las herramientas más usadas por las empresas con el fin de postergar la vida productiva y retrasar el deterioro de la maquinaria, así como de agilizar los procesos.

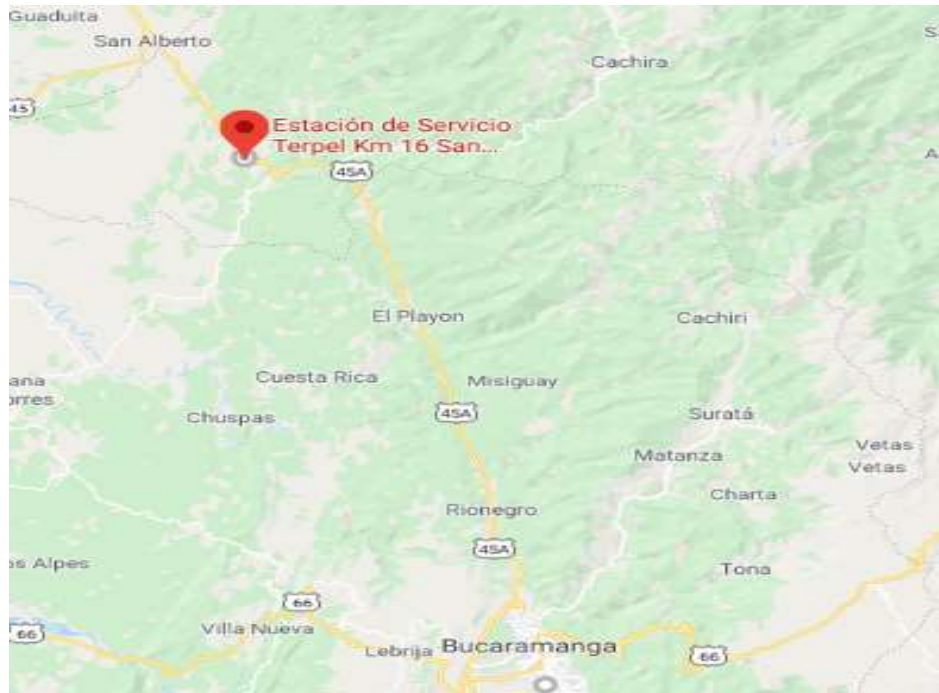
La importancia de una buena gestión del mantenimiento dentro de la empresa se debe a que es una manera segura de garantizar la disponibilidad del activo y el control de costos del mismo durante la vida útil o el periodo de uso. La experiencia ha demostrado que la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo ajustado a las necesidades del activo, da una alta probabilidad de tener la disponibilidad requerida con los costos mínimos. Además, el control del estado operativo y nivel de degradación que se desarrolla, así como la manera de mitigar el impacto de las causas de las fallas.

La alcaldía del municipio de la Esperanza como entidad pública al servicio social de la comunidad ubicada en el km 16 vía San Alberto el Playón Santander (ver figura 1), encargada del desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes fundamentada en su misión, tiene la capacidad y compromiso de mantener el estado y mantenimiento de las vías terciarias del municipio, debido a que son vías importantes para el intercambio de productos agrícolas de la región así como el desplazamiento de sus habitantes y que constantemente son interrumpidas por derrumbes, deslizamientos, caídas de bancadas, etc.

En el campo de la maquinaria pesada, es indispensable manejar planes de mantenimiento. Esto debido a que la maquinaria es de servicio para la comunidad

y de disponibilidad para la construcción de nuevas vías. Si una de estas máquinas falla y se tiene que suspender una obra, las zonas rurales podrían quedar incomunicadas y tendría un impacto significativo en los habitantes.

Figura 1. Ubicación del municipio de la Esperanza.



Fuente: GOOGLE MAPS. [Sitio web]. Estación de Servicio Terpel. [Consulta: 18 junio 2020]. Disponible en: <https://www.google.com/maps/place/Estaci%C3%B3n+de+Servicio+Terpel+Km+16+San+Alberto+El+Play%C3%B3n/@7.3806758>

La frecuente falta de mantenimiento de la maquinaria pesada, el costo de los procesos de mantenimiento correctivo excesivamente altos, la demora en la solución y planeación de un diagnóstico en la maquinaria, la falta de disponibilidad de herramientas, máquinas y repuestos, conllevan a la ineficiencia del servicio de la maquinaria pesada afectando a zonas rurales del municipio (ver figura 2).

Figura 2. Maquinaria pesada.



2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir con la misión de la Universidad Industrial de Santander con el desarrollo social y tecnológico en la sociedad, desarrollando un plan de mantenimiento preventivo a la maquinaria pesada de la alcaldía de la Esperanza.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Efectuar un diagnóstico de las condiciones actuales de mantenimiento en la maquinaria del municipio de la Esperanza, para determinar sus condiciones y necesidades.
- Elaborar y estructurar la documentación de la maquinaria pesada, para la creación de hojas de vida de los equipos operantes bajo la norma ISO 14224.
- Generar y desarrollar un programa de mantenimiento técnico y funcional que se ajuste tanto a las necesidades de la maquinaria como a las necesidades económicas del municipio teniendo en cuenta el diagnóstico previamente aplicado, y, en consecuencia, prolongar la vida útil de los equipos.
- Desarrollar un programa de mantenimiento en Excel para la alcaldía de la Esperanza de forma dinámica, con macros que permita el incremento de la vida útil de la maquinaria, reducción de paros imprevistos, reducción de costos, disminución de niveles de inventarios, mejorar la documentación y organización del área de mantenimiento dentro de la alcaldía, que permita registrar indicadores de mantenimiento.

3. JUSTIFICACIÓN

Es necesario la implementación de planes de mantenimiento en las empresas para mantener un sistema productivo y eficaz que para lograr un mejor servicio y funcionamiento de las maquinas dentro de un proceso.

Para el municipio de la Esperanza, un aumento en la disponibilidad de la maquinaria, acompañado con una disminución de los costos por mantenimiento, permitirá obtener mayores beneficios que entrelazan una mejora continua en el desarrollo de la comunidad. Por ende, la implementación de un plan de mantenimiento ayuda a mantener de una forma eficiente y rentable la maquinaria pesada del municipio.

Por este motivo es necesaria la implementación de un plan de mantenimiento que satisfaga las exigencias de los procesos en donde interviene la maquinaria de la alcaldía. La opción más viable, teniendo en cuenta los requerimientos presentes en la comunidad, es el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo cuya aplicación beneficie a la maquinaria pesada (vibro compactadores, buldócer, motoniveladoras, excavadoras, etc.).

La propuesta de plan de mantenimiento preventivo tiene como finalidad manejar, de una manera adecuada y ordenada, los registros de las diferentes máquinas, así como de llevar un control estricto en la aplicación del mantenimiento programado. Por ello, es importante lograr que la diferente maquinaria adopte técnicas de mejoramiento en su departamento de mantenimiento.

Es importante aclarar que al momento de implementar el plan de mantenimiento propuesto en el proyecto la disponibilidad de la maquinaria aumentará, beneficiando la intervención de vías terciarias en el municipio, reflejándose en un mayor número

de kilómetros construidos y mantenidos en un menor costo para el municipio (ver figura 3).

Figura 3. Mantenimiento de vías terciarias.



Fuente: ALCALDÍA MUNICIPAL DE GUADALUPE HUILA. [Sitio web]. Guadalupe Huila. [Consulta: 19 de Junio 2020]. Disponible en: <https://guadalupehuila.micolombiadigital.gov.co/noticias/mantenimiento-en-vias-terciarias-de-nuestro-municipio>

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO TEÓRICO

4.1.1 Mantenimiento

La definición del mantenimiento ha sido construida y complementándose a través de los años, y día a día se va actualizando de acuerdo a los diferentes espacios que han venido ocupando, aquí se reseñan algunas:

“Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente”¹.

“conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento”².

“Conjunto de tareas realizadas por el usuario para mantener la funcionalidad del sistema durante su vida operativa”³.

A Continuación, se presenta como ha venido evolucionado el mantenimiento en las industrias y su influencia en el buen funcionamiento en los equipos:

¹ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. [Sitio web]. [Consulta: 19 de Junio 2020]. Disponible en: <https://dle.rae.es/mantenimiento>

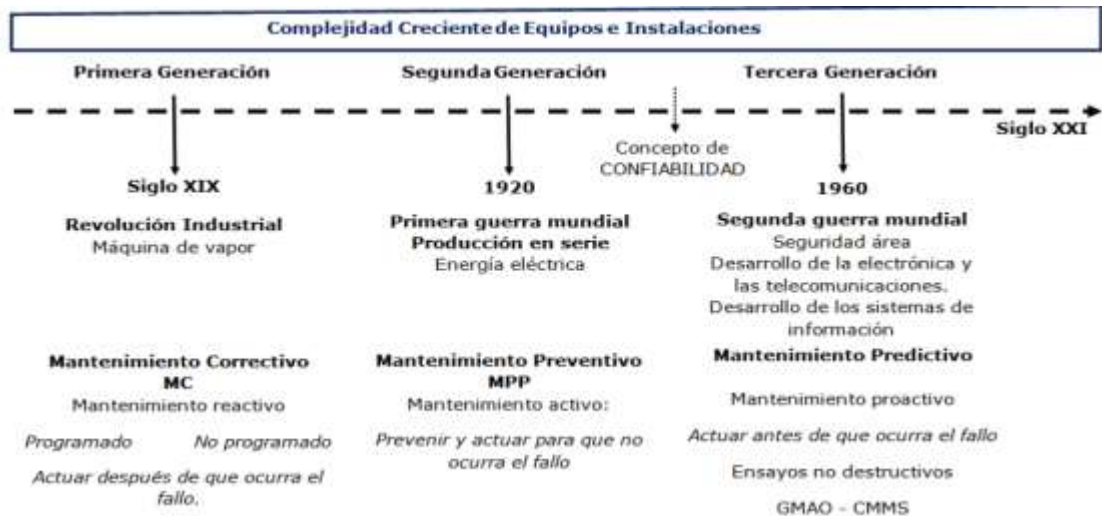
² MORA, Luis Alberto. Mantenimiento-planeación, ejecución y control. Alfaomega Grupo Editor, 2009.

³ KNEZEVIC, J. Reliability and Maintenance: Fundamentals, Lecture Notes, School of Engineering, University of Exeter, Inglaterra, 1990.

- I. Inicialmente, se puede comentar que eran los operarios quienes realizaban las respectivas reparaciones a sus equipos, época de la revolución industrial.
- II. Con el tiempo, se incrementó la complejidad de los equipos, sus actividades de intervención se incrementaban, tanto en cantidad de intervenciones, como de duración y complejidad de las mismas, razón por la cual se vio en la necesidad de crear los primeros departamentos de mantenimiento, separando así, las actividades de los operadores a los de mantenimiento.
- III. Con el paso del tiempo, aparece en escena el concepto de confiabilidad, donde ya no solo era solucionar las fallas en los equipos, sino de prevenirlas, dando a paso a la creación de diversas metodologías para aplicar en mantenimiento.
- IV. Ya a partir de los años 80, se empieza a crear la necesidad de integrar a mantenimiento y operaciones como un solo equipo, y es aquí donde se acuña el concepto del mantenedor primario, que vendría siendo el mismo operador, como primer mantenedor del equipo.
- V. Hoy día cada industrial se ha enmarcado en los diferentes modelos que se ha venido desarrollando, buscando siempre optimizar sus recursos y necesidades⁴.

⁴ USCÁTEGUI CRISTANCHO, Paola Juliana. Propuesta de mejoramiento de gestión de mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos en la empresa petrosantander Colombia (INC). Trabajo de grado. Bucaramanga, Santander: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Mecánica, 1990.

Figura 4. Historia y evolución del mantenimiento Industrial.



Fuente: USCÁTEGUI CRISTANCHO, Paola Juliana. Propuesta de mejoramiento de gestión de mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos en la empresa petrosantander Colombia (INC). Trabajo de grado. Bucaramanga, Santander: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Mecánica, 1990. 27p.

La aplicación de los nuevos procesos de mantenimiento industrial ha traído consigo unas bajas enormes en los gastos de mantenimiento a aquellas industrias que han sabido aplicar dichas estrategias, y las más adecuadas para cada uno de los activos. Dentro de las estrategias de la gestión del mantenimiento están: mantenimiento regresivo, preventivo predictivo, proactivo y reactivo entre otras. Según la dificultad de implementación será la reacción de costo beneficio. Véase figura 5.

Figura 5. Estrategias de Mantenimiento y su relación al costo-beneficio.



Fuente: BALLESTEROS ROBLES, Francisco. La estrategia predictiva en el mantenimiento industrial. Preditec. Madrid, 2011. p.12.

En los sectores productivos, la implementación de los nuevos métodos de mantenimiento cumple un rol importante, ya que son los responsables de facilitar la mantenibilidad, la disponibilidad y confiabilidad de los equipos para que puedan cumplir las metas dentro de la industria. Por eso se sugiere que todos los sectores productivos sean:⁵

- **Productivos en gran medida.** se recomienda que las plantas desarrollen y produzcan sus productos en grandes cantidades.
- **Flexibles e innovadores.** que su variabilidad y facilidad de desarrollar nuevos productos sean esenciales a la hora de competir en el mercado.

⁵ SANABRIA CANCELADO, Héctor Ricardo y HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, Harley David. Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la gobernación de Casanare. Trabajo de grado. Bucaramanga, Santander: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Mecánica, 2011.

- **Bajos costos.** Con la ayuda de los avances de la tecnología los sistemas de las industrias pueden llegar a ser más costosos en adquisición, pero de bajo costo en operación.
- **Personal.** Los sectores deben contar con el personal capacitado y necesario para el desarrollo de las actividades, la gran cantidad de personal llegan hacer difíciles de controlar y la eficiencia en general suele ser deficiente.

4.1.2 Propósito de mantenimiento.

Las actividades de mantenimiento son el medio por el cual una empresa puede conservar con un buen nivel de eficiencia y eficacia sus activos fijos, por ende, incide en la cantidad y calidad de producción. Abarca acciones con el objetivo de:

- Restaurar el funcionamiento del equipo en condiciones detalladas o predeterminadas.
- Conservar los equipos o procesos en funcionamiento.

Uno de los principales objetivos del mantenimiento es mitigar y sobre todo de evitar las consecuencias de los fallos de los equipos, consiguiendo prevenir las averías antes de que estas ocurran.⁶

4.1.3 Modelos de mantenimiento.

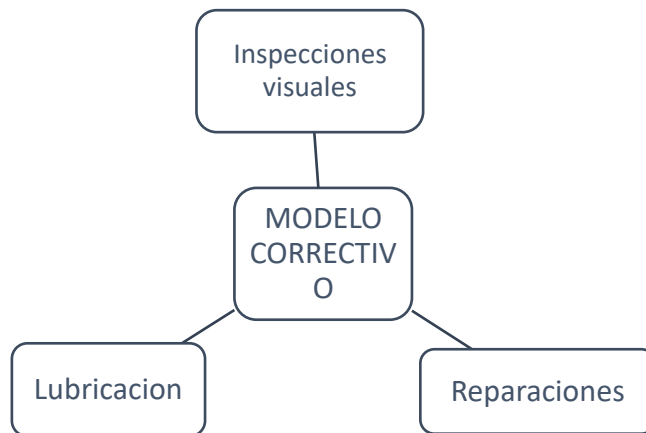
A continuación, se exponen los diferentes modelos de mantenimiento donde se involucran los diferentes tipos de mantenimiento que hay, según la proporción que se indica. Dentro de las principales características de los modelos está en que todos

⁶ VALDIVIESO TORRES, Juan Carlos. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A. Trabajo de grado. Bucaramanga, Santander: Universidad Politécnica salesiana, 2010.

incluyen tareas de inspecciones visuales y lubricación, esto debido a que son unas de las tareas más eficientes y rentables en el mantenimiento.⁷

- **Modelo correctivo.** Este es uno de los modelos más básicos, que además de las inspecciones visuales y la lubricación incluyen las reparaciones de las fallas que se originen. Este modelo es aplicable a los equipos con el más bajo nivel de criticidad, no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzos.⁸

Figura 6. Características principales del modelo correctivo



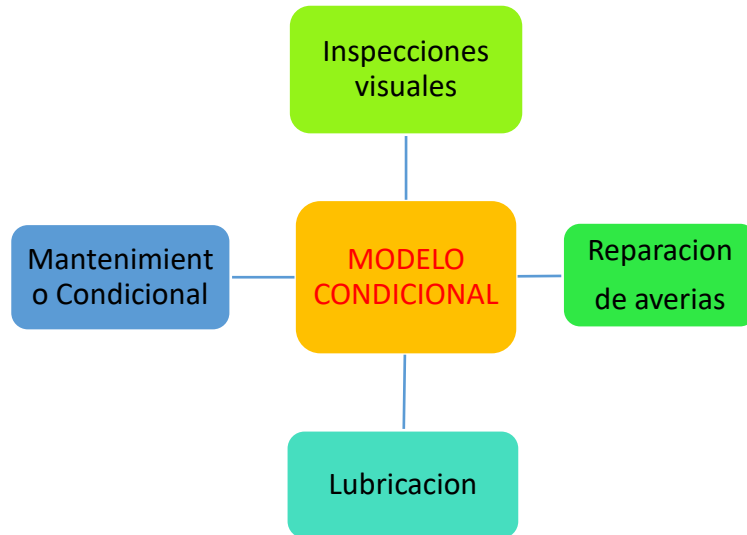
- **Modelo Condicional.** La implementación de este modelo comprende las actividades anteriormente descritas, y, además, incluye una serie de pruebas el cual condicionaran una actuación anterior. Si los ensayos arrojan anomalías en los equipos se programan actividades de intervención. Este modelo se le aplica aquellos eso o que su probabilidad de falla es baja.⁹

⁷ GARCÍA GARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento: manual práctico para la implementación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial. [Sitio web]. España: 2003. 297 p. [Consultado el 26 de julio de 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/41042547/Organizacion_y_gestion_integral_de_mante

⁸ Ibid., p. 19.

⁹ Ibid., p. 20.

Figura 7. Características principales del modelo Condicional.

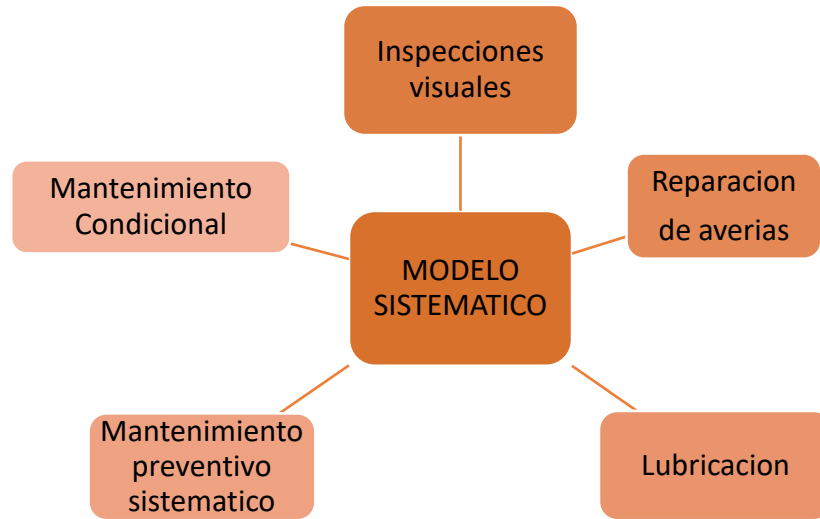


- **Modelo sistemático.** Este modelo está basado en una serie de actividades sin tener en cuenta el estado en el que se encuentra el equipo, entre estas actividades están las pruebas y mediciones que ayuden a decidir sobre las tareas a realizar y si es necesario tareas de mayor envergadura. Este modelo es aplicable a los equipos con un nivel medio de disponibilidad¹⁰.

Un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, es decir que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los elementos en que se encuentre.

¹⁰ Ibid., p. 20.

Figura 8. Características principales del modelo Sistemático.

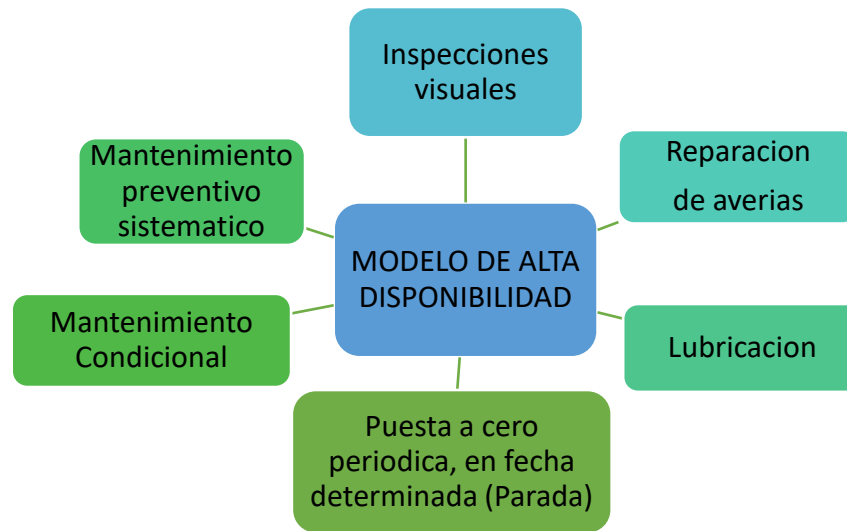


- **Modelo de alta disponibilidad.** Conocido como el más exigente y exhaustivo, este se debe aplicar en los equipos que no pueden sufrir ninguna falla o que no debe estar en mal funcionamiento. La disponibilidad de estos equipos se les exige que sean de alto valor, el cual no es aconseja los demás modelos (correctivo, preventivo, sistemático) debido a que se tendría que parar el funcionamiento del equipo.¹¹

En este modelo no se incluyen actividades de mantenimiento correctivo, es decir, se pretende que los equipos no presenten ninguna avería y estén en un funcionamiento continuo. Este modelo se caracteriza por la puesta a cero a los activos en una fecha determinada.

¹¹ Ibid., p. 21.

Figura 9. Características principales del modelo de alta Disponibilidad.



4.1.4 Tipos de mantenimiento.

Hoy en día existen diferentes sistemas para realizar el servicio de mantenimiento de las instalaciones y equipos de operación. Algunos de ellos no solo centran sus tareas en la corrección de averías, sino que además intentan actuar antes de la aparición de las mismas.

A continuación, se presentan los tipos de mantenimiento que hay y los que se van a estudiar.

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento productivo total.

4.1.4.1 Mantenimiento Correctivo. El mantenimiento correctivo se fundamenta en el conjunto de actividades de reparación y sustitución de partes deterioradas cuando aparece el fallo, es decir corregir las averías a medida que se van produciendo y son los operarios quien reporta las averías.

Estas actividades de mantenimiento son llevadas a cabo con el fin de restaurar la función del equipo o elemento a su etapa inicial, tras la deficiencia y pérdida de la capacidad de realizar la función para la cual fue diseñado¹².

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible detectar y predecir los fallos y en esos procesos que admiten ser detenidos en cualquier instante, sin afectar la seguridad. Además, para aquellos que cuentan con alta antigüedad. Por otra parte, este mantenimiento presenta otro inconveniente y es que se debe disponer de un capital importante para restaurar los daños.

Otro inconveniente que se puede llegar a presentar es que los operarios intentaran seguir utilizando el equipo en condición de falla lo cual trae consigo el empeoramiento de estado de los equipos.

4.1.4.2 Mantenimiento Preventivo. Es el desempeño de tareas de inspección y/o servicio que han sido planificadas previamente –programadas- para su ejecución, en puntos específicos en el tiempo para retener las capacidades funcionales de los equipos o sistemas operativos. Es decir, consiste en establecer un proyecto de mantenimiento que se planifica y se programa siguiendo un calendario, que cumpla las tareas necesarias para mantener en un buen estado la maquinaria¹³.

¹² KNEZEVIC. Op. cit., p. 34.

¹³ SACRISTÁN REY, Francisco. Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo. 2014. 12 p. [Consultado el 26 de julio de 2021].

Para la realización de un mantenimiento preventivo, es necesario diseñar un plan de acción que determine, en primer lugar, qué se desea obtener de ese mantenimiento, cuál es su objetivo y qué presupuesto vamos a destinar al mismo. En este proceso de mantenimiento, es importante la estructuración y documentación de las máquinas para la programación de actividades. La organización dispone de un estudio previo que le permite conocer los objetos que requieren mantenimiento preventivo. Se cuenta con una infraestructura de apoyo para realizar mantenimiento preventivo¹⁴.

Todas las reparaciones están bien planificadas, implementadas por personal debidamente capacitado y verificadas antes de que la máquina o el sistema vuelvan al servicio. ¹⁵ A continuación, se presenta las principales características y fases de programación del mantenimiento preventivo.

Características

- Ciclos de vida más largos.
- Disminución de la cantidad de fallos aleatorios.
- Larga vida de los equipos.
- Alta disponibilidad de equipos.
- Alta disponibilidad de repuestos.
- Aumento seguridad operacional.
- Bajos costos por impacto total.
- Aumento de la eficiencia.

¹⁴ VALDIVIESO TORRES. Op. cit., p. 46.

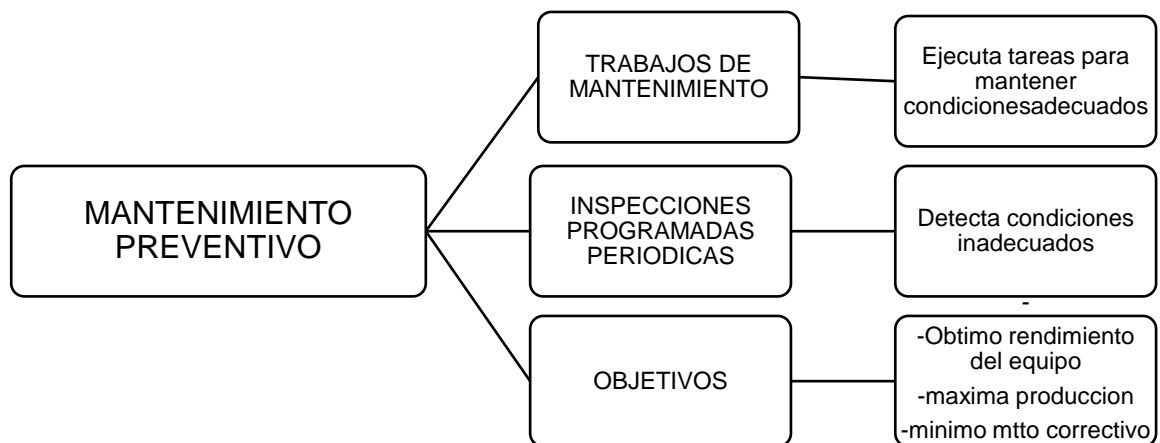
¹⁵ GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Francisco Javier. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. 2 ed. Madrid España. 2005. 575 p. [Consultado el 20 de octubre de 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/42058714/Teor%C3%ADa_y_Pr%C3%A1ctica_del_Mantenimiento_Industrial_Avanzado.

Fases de programación del mantenimiento preventivo.

- A. Organización
- B. Inventario de infraestructura
- C. Identificación de equipos
- D. Registro de instalaciones
- E. Programa específico de mantenimiento
- F. Especificaciones del trabajo
- G. Programa de ejecución
- H. Control del programa

Dentro de las desventajas que presenta este tipo de mantenimiento están: Cambios innecesarios, problemas iniciales de operación, coste en inventarios, alta mano de obra y mantenimiento no efectuado. En la figura 10 se presenta las actividades de mantenimiento.

Figura 10. Actividades de mantenimiento preventivo



4.1.4.3 Mantenimiento Predictivo. También llamado Mantenimiento basado en la condición, consiste en evaluar el estado de las máquinas y en función a los resultados se pretende programar las intervenciones de mantenimiento necesarias. Este mantenimiento está basado en el hecho de que la mayoría de las fallas arrojan indicios de un futuro fallo, por ende, la monitorización de los equipos son un elemento esencial. Dentro de los parámetros más importantes a monitorear están: la presión, la temperatura, la velocidad, las vibraciones, la viscosidad, humedad, etc.¹⁶.

Con este método se trata de predecir los futuros fallos que puedan ocurrir e intervenir para evitarlos.

Ventajas de mantenimiento predictivo

- reduce el tiempo muerto o de inactividad debido a las fallas.
- trata de eliminar los mantenimientos no programados o de emergencia.
- reduce el almacén de repuestos debido a que los repuestos se pueden adquirir cuando se hagan falta.
- Reduce el tiempo de reparaciones.

4.1.4.4 Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance TPM).

Es el método de la gestión de mantenimiento de la empresa con el objetivo de conseguir cero fallos en la maquinaria o equipo. Este proceso involucra todo el personal de la empresa, así como todas las fases del desarrollo del producto. Programa que nos permite una mejora continua.

Este sistema está basado en la concepción de mantenimiento de primer nivel, en la que el mismo operario elabora mínimas pequeñas actividades de mantenimiento

¹⁶ CHARRAY, CARLOS. Mantenimiento Predictivo: una técnica que reduce o elimina averías inesperadas. DYNA, 2000. vol. 75, no 1, 28-34, p.

como: inspección, reglaje, limpieza, sustitución de elementos, etc. Este sistema involucra a todos los integrantes de la organización en las tareas de mantenimiento con el objetivo de maximizar la eficiencia de los activos¹⁷.

Al mantenimiento productivo total produce el aumento de la producción y de los equipos con la intervención de todos los departamentos de la empresa, así como de los operarios. Además, gestiona la totalidad de la empresa mediante una estructura orientada a la creatividad contra las pérdidas, así como la mejora de la capacidad del proceso, calidad del producto y productividad con turnos libres.

Características

- Mejoras enfocadas
- Mantenimiento autónomo
- Mantenimiento planeado
- Mantenimiento de calidad
- Mantenimiento temprano
- Mantenimiento en áreas administrativas

4.1.5 Términos asociados al Mantenimiento.

Para un entendimiento general a los diferentes mantenimientos se presentan algunos conceptos que intervienen en este proceso.

- **Tiempo de parada (downtime):** Tiempo que un equipo/planta está fuera de servicio como resultado de una falla y/o una parada programada.

¹⁷ ABELLA, Maria Belen. Mantenimiento industrial. 2007, 7 p.

- **Disponibilidad (Availability):** Es el tiempo durante el cual un equipo es capaz de cumplir con la función para la cual está diseñado, encuéntrese o no en uso. La disponibilidad tiene en cuenta el tiempo de parada programada y no programada. La disponibilidad se mide para conducir la eliminación de actividades de mantenimiento intrusivo.
- **Confiabilidad (Reliability):** Capacidad o probabilidad de un equipo para cumplir con sus funciones requeridas bajo unas condiciones dadas en un período de tiempo específico. La Confiabilidad es una medida directa de tiempo de parada no planeado, se mide para eliminar la recurrencia de eventos de parada no planeadas.
- **Mantenibilidad:** Son indicadores buscan cuantificar la gestión del mantenimiento respecto a la atención de paradas No programadas. Los indicadores son:
- **Tiempo medio hasta falla -MTTF-:** Es el promedio de tiempo esperado para que ocurra la falla en un equipo. Para sistemas de rata de falla (λ) constante, el MTTF es el inverso de la rata de falla. Para sistemas en no constante se trabajó sobre el tiempo operando.
- **Tiempo medio para reparar -MTTR-:** Es el tiempo promedio para restaurar un equipo a una condición específica. Equivale al tiempo total gastado desarrollando todas las reparaciones de mantenimiento correctivo, dividido por el número total de esas reparaciones.
- **Tiempo medio entre fallas -MTBF-:** Es el promedio de tiempo entre ocurrencia de fallas. Equivale a la suma del tiempo operativo de la máquina dividido entre el número total de fallas.

4.2 PROCESOS EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Dentro de la Gestión de Mantenimiento se distinguen tres procesos fundamentales.

4.2.1 Planeación. Es una de las funciones básicas de la gestión, que relaciona el futuro con las decisiones actuales para obtener los objetivos de la empresa. Es la identificación de recursos requeridos para programar los trabajos de Mantenimiento dependiendo su tipo ya sea preventivo, predictivo o correctivo, dichos recursos son: Personal requerido, Pasos y Procedimientos, Equipos y Herramientas específicas, Partes y Materiales, Tiempos estimados, Permisos, Aislamientos¹⁸.

Dentro de las faces que involucra la planeación se cuenta:

- a. Identificar el alcance.
- b. Identificar la necesidad integral que requiere el activo
- c. Plasmar todo lo que se requiere o se debe tener para realizar las respectivas intervenciones, cargadas en el sistema de información donde se tiene implementada la Gestión de Mantenimiento

4.2.2 Programación. Determina el “cuándo” se deben realizar los trabajos planeados buscando un mejoramiento en la utilización del tiempo empleado en los trabajos y ayudando a reducir la exposición a riesgos. Esto se logra coordinando entre áreas las tareas que se ejecutarán sobre un mismo sistema o equipo y la correspondiente entrega por parte de Operaciones Permisos, Aislamientos. Dentro de las faces que involucra la planeación se cuenta:

Lo primero a realizar es Identificar los recursos solicitados para cada solicitud definidos en la planeación, enseguida se deben asegurar los identificados en la

¹⁸ LEVITT, Joel y NYMAN, Don. Maintenance Planning, Scheduling & Coordination. New York. 2006. 84 p. ISBN: 0-8311-3143-8.

primera fase y finalmente se debe plantear un programa de actividades a desarrollar en los periodos futuros¹⁹.

Para la programación es necesario cumplir con las siguientes responsabilidades:

- a. Balance de carga de trabajo.
- b. Definición de programas de mantenimiento diarios y semanales.
- c. Reprogramación de trabajos.
- d. Coordinación de programas de mantenimiento con producción.
- e. Control al cierre de las operaciones de Control y ejecución de los trabajos
- f. Paradas mayores.

4.2.3 Ejecución. Llevar a cabo las actividades acordadas en el programa de mantenimiento, velando por el cumplimiento de los procedimientos y retroalimentando los resultados del mismo a la planeación y programación. Todas las actividades deben estar enmarcadas dentro de la seguridad laboral cubriendo todas las actividades de mantenimiento no previstas en el programa y que por su naturaleza no dan espera al proceso de P&P²⁰.

4.3 MARCO LEGAL

La aplicación de una norma involucra aspectos a todos los niveles organizacionales, que van desde un plan estratégico empresarial (misión y visión), pasando por una política, unos objetivos y un plan de la gestión.

Las organizaciones que dependen de los activos físicos para realizar su visión y objetivos deben garantizar que se eviten los cambios incontrolados que pueden ocasionar desorden y provocar paradas imprevistas o accidentes graves. Tener una

¹⁹ PALMER, Richard D. Maintenance Planning and Scheduling Handbook. 2 ed. United States of America: McGraw-Hill. 2006. 861 p.

²⁰ LEVITT. Op. cit., p. 51

buena estrategia de gestión del cambio es el primer paso, pero la implementación de esta estrategia requiere más esfuerzo. Es imperativo considerar cuidadosamente cómo el cambio puede afectar al usuario final para que se implementen acciones para abordar la posible resistencia. La falta de aceptación por parte de los empleados puede resultar en que los beneficios del cambio no se realicen por completo. En este proyecto se pretende aplicar la norma ISO 14224 para la caracterización de equipos y documentos relacionados.

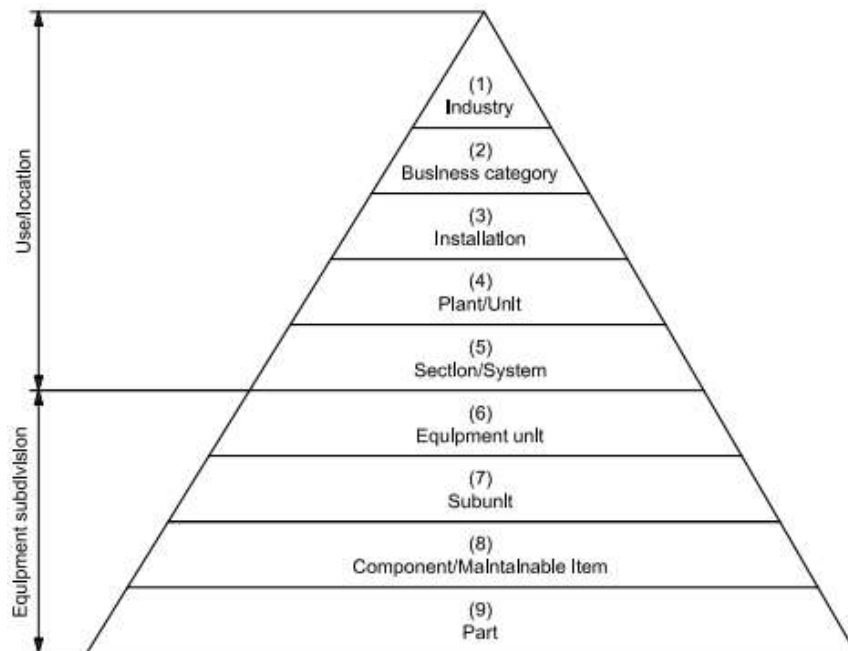
4.3.1 Norma ISO 14224. Esta norma internacional, fue diseñada por empresas multinacionales del sector de Energías en Crudo y Gas, el cual proporciona una base sólida para definir las pautas de cómo se debe gestionar la información relacionada con mantenimiento y confiabilidad para equipos de instalaciones en industrias de petróleo, gas natural y petroquímica. Esta norma aborda maquinaria y equipos comunes en las instalaciones industriales, por lo tanto, esta norma puede ser adaptada para su aplicación fácilmente en cualquier tipo de industria que posean activos físicos en los procesos, de esta forma se puede utilizar la norma para la recopilación información de activos. La información hará posible que el usuario pueda cuantificar la confiabilidad del equipo para comparar la confiabilidad de otros con características similares.

4.3.2 Taxonomía. La norma ISO 14224 define la taxonomía como la clasificación sistemática de máquinas o sistemas en grupos genéricos destacando las características comunes (localización, tipo de equipo, uso, etc.), esta taxonomía se representa en forma de pirámide (véase figura 11) y representa la ubicación de cada activo dentro de la organización.²¹ Se aconseja realizar una preparación de la jerarquización que tendrá un equipo. El nivel superior lo ocupa la clase de la unidad de equipo. El número de niveles para las distintas subdivisiones dependerá de la

²¹ INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Petroleum, petrochemical and natural gas industries Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. ISO 14224 Third edition. Switzerland. 2016. 280 p. [Consultado: 12 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.borhanjooyan.com/DL/ISO-14224-2016.pdf>

complejidad de la unidad del equipo y el uso de los datos. Se necesita información confiable para que pueda ser relacionada a un cierto nivel dentro de la jerarquía del equipo de tal modo que pueda ser significativa y comparable.

Figura 11. Taxonomía de equipos según la norma ISO 14224



Fuente: INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Petroleum, petrochemical and natural gas industries Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. ISO 14224 Third edition. Switzerland. 2016. p 30. [Consultado: 12 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.borhanjooyan.com/DL/ISO-14224-2016.pdf>

Esta norma también describe la aplicación del mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) analizando los modos de fallas, las causas que las producen y categorizando los efectos de falla.

5. SITUACIÓN Y ESTADO ACTUAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DEL MUNICIPIO DE LA ESPERANZA

A continuación, se presenta la justificación para el desarrollo y aplicación del plan de mantenimiento a la maquinaria de la alcaldía de la esperanza, por medio del diagnóstico del área de mantenimiento. En los siguientes parámetros nos basaremos para realizar el plan de mantenimiento.

- Administración del mantenimiento.
- Planeación del mantenimiento
- Apoyo informático.
- Documentación técnica.
- Costos de mantenimiento.
- Área física del mantenimiento.
- Personal de mantenimiento.
- Diagnóstico del estado de los equipos.
- Almacén y gestión de repuestos.
- Estados de equipos y carga de trabajo.

5.1 HISTÓRICOS

Actualmente la maquinaria se encuentra operando en las diferentes zonas rurales dentro del municipio, prestando los diferentes servicios a la comunidad. En sus puestos de trabajos su operación es aceptable, sin embargo, en el frente de su labor la maquinaria no cuenta con un plan de mantenimiento adecuado que lleve al equipo a su punto óptimo y máximo de operación, lo que obliga al operador a detener la labor de campo por motivo de reparaciones correctivas de la máquina.

Sin un debido programa de mantenimiento, la alcaldía debe suministrar los repuestos al momento de que cada máquina sufre una falla tanto como por la mala operación o por su falta de atención y mantenimiento. Este proceso de recolección de repuestos y cambio en las maquinas conlleva pérdidas de tiempo y perdidas de horas de trabajo de los equipos. Por ello es necesario identificar y realizar un diagnóstico del área de mantenimiento del municipio con el objetivo de mejorar los tiempos de improductividad de las máquinas.

5.2 DIAGNOSTICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

5.2.1 Administración del mantenimiento. Actualmente no existe gestión ni administración de mantenimiento debido a que se en su mayoría a las maquinas se le realizan mantenimientos correctivos, especialmente se contratan empresas de outsourcing. A la mayoría de mantenimientos correctivos realizados no se le realiza ningún tipo de registró ni de seguimiento.

5.2.2 Planeación o programación del mantenimiento. En el área no existe una programación de mantenimiento determinado, la mayoría de acciones dentro de las maquinas son correctivas. Algunas máquinas se le realizan solo tareas de mantenimiento reparadoras de acuerdo al tiempo de operación en el cual no se tiene en cuenta la condición de los elementos y de los equipos.

5.2.3 Documentación técnica. El registro, documentación e información técnica de los diferentes equipos es mínima, en ocasiones se encuentra dispersa y en muchos casos se carece de ella. Esto produce pérdida de tiempo en la recolección de datos al momento de las reparaciones de la maquinaria.

5.2.4 Apoyo informático. Dentro del área de mantenimiento no se tiene ningún tipo de apoyo informático, no se cuenta con una base de datos ni programas especializados que favorezca y ayuden al buen funcionamiento de la maquinaria,

así como una buena programación de los intervalos de mantenimiento.

5.2.5 Costos de mantenimiento. En control de costos poco se ha involucrado en el área de mantenimiento. No se lleva un registro de los gastos en reparaciones (mano de obra, repuestos, materiales y pérdida de tiempo por paradas innecesarias) de cada uno de los equipos. Es muy importante un seguimiento a los costos para implementación de un plan de mantenimiento.

5.2.6 Área física para el mantenimiento. El municipio no cuenta con un área física donde los operadores puedan realizar el mantenimiento a los respectivos equipos. Las diferentes reparaciones se realizan en cada uno de los puestos de trabajo donde se encuentren las máquinas. El municipio solo cuenta con un sitio de parqueadero cerca al aire libre en una estación de servicio y que necesita las mínimas adecuaciones para poder utilizarse como área de mantenimiento de las máquinas.

5.2.7 Personal de mantenimiento. El área no cuenta con personal capacitado y preparado técnicamente para las respectivas labores de mantenimientos en las máquinas, los operarios son los encargados de realizar los respectivos cambios en los momentos que ocurren las fallas imprevistas y mantenimientos programados.

5.2.8 Diagnóstico del estado de los equipos. Actualmente no se cuenta ni se ha adelantado un análisis de las máquinas que permitan identificar el estado actual ni de sus componentes.

5.2.9 Gestión y almacén de repuestos. El municipio no cuenta con local para la labor de almacenamiento de repuestos. Generalmente el inventario de repuestos comprende a los elementos más comunes y utilizados como mangueras, filtros, aceites, rodamientos etc. Por otro lado, sin una gestión de expuestos acorde y adecuada a una programación no es posible reconocer las exigencias necesarias

propias de cada maquinaria lo que conlleva a una constante pérdida de tiempo por paros innecesarios.

5.2.10 Situación y estado de la maquinaria. Los equipos se encuentran en estado continuo de trabajo en las zonas rurales del municipio y en general el estado es aceptable, pero puede ser mejorado, con el objetivo de evitar fallas o paros imprevistos que desfavorezcan y perjudiquen la prestación del servicio a la comunidad.

5.3 ORGANIZACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

5.3.1 Finalidad y posición del municipio respecto al área de mantenimiento. El Municipio de la Esperanza Norte de Santander, como ente territorial, en su compromiso generara las condiciones necesarias para la oportuna prestación de los servicios públicos y sociales a su cargo y las obras que se requieran para generar bienestar y desarrollo a través de la equidad, con la planificación, social, económica e institucional ambiental y de una administración afectiva y eficaz hoy son conscientes de la necesidad de una mejora en los procesos relacionados con el mantenimiento de la maquinaria pesada, desarrollando un programa de mantenimiento preventivo, formando una herramienta que permita avalar el óptimo funcionamiento, desempeño y disponibilidad de la maquinaria, prestando un mejor servicio a la comunidad en general.

5.3.2 Programación de mantenimiento. Dentro del municipio la programación del mantenimiento no ha sido relevante y en la mayoría de tiempo no se ha contado con un plan que ayude al trabajo óptimo de los equipos. Lo único que se sabe acerca del mantenimiento es que se debe reparar al momento que se produzca una falla sin preservar la vida de la maquinaria y prolongar su disponibilidad.

Siempre a la hora de realizar reparaciones se hablaba de contrataciones externas,

al aplicar un programa de mantenimiento se puede pronosticar cuando se es necesario la ayuda y apoyo de operarios o técnicos especializados con el fin de planificar los recursos económicos para el momento de realizarlo. Con esto se mejora el tiempo, dinero y disponibilidad en el área de mantenimiento, así como en los equipos.

5.4 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO DENTRO DEL MUNICIPIO

Hoy en día, el municipio de la Esperanza no cuenta con un plan de gestión y administración que permita una programación, organización de información, planeación, control y ejecución de las actividades de mantenimiento de la maquinaria pesada que proporcionan el servicio a las vías terciarias y a su vez a la comunidad. En la figura 12 se presentan los parámetros más relevantes estudiados en el diagnóstico del área de mantenimiento de la alcaldía de la esperanza.

Figura 12. Parámetros estudiados.



A continuación, se presentan las deficiencias encontradas en el departamento:

Las actividades de mantenimiento realizadas a la maquinaria se enfocan hacia lo correctivo, sin ninguna gestión ni administración, es decir, sin una programación, sin ordenes de trabajo, sin un apoyo informático que permitan diagnosticar y evaluar el buen funcionamiento de los equipos y costos de mantenimiento.

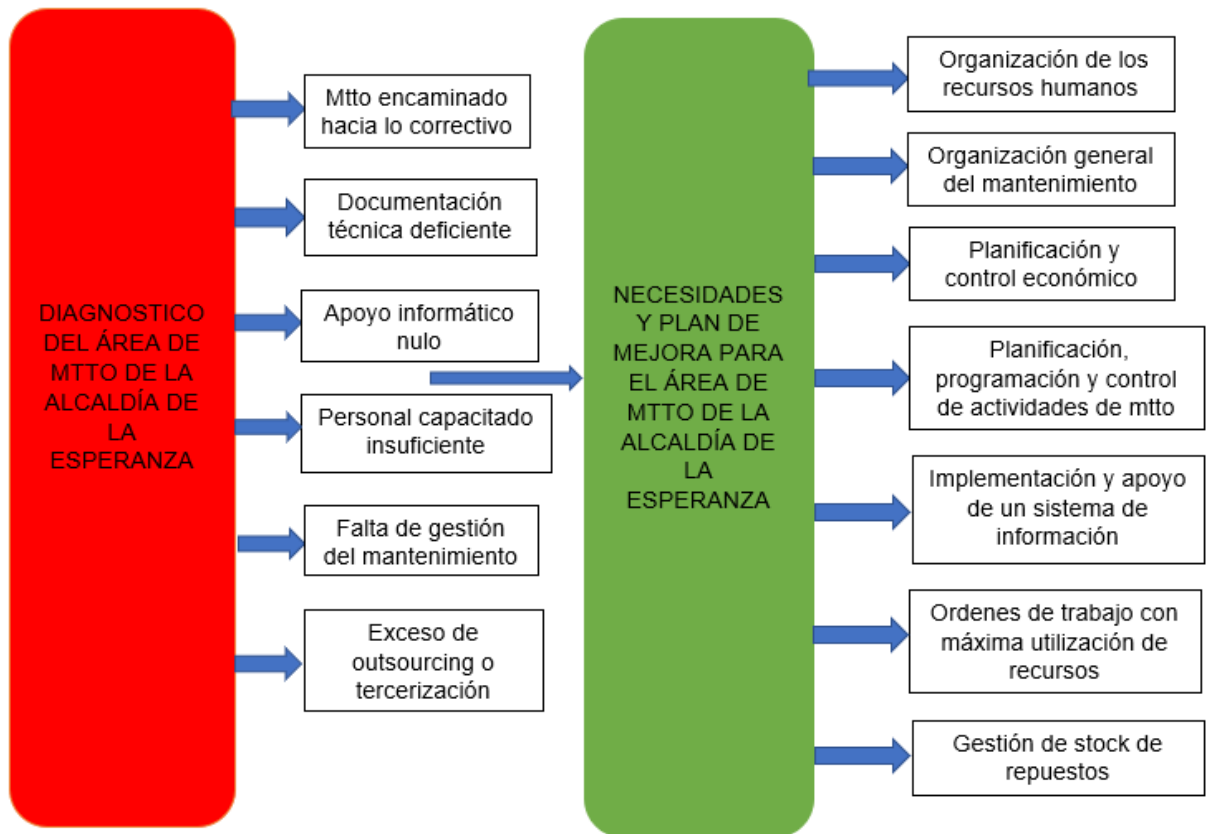
Una de las principales causas en los tiempos de improductividad y demoras en la solución de fallas de la maquinaria es la falta de documentación técnica de la maquinaria debido a que se carece de ella o no se encuentra. Por lo cual se debe realizar una identificación y documentación técnica a cada uno de los equipos con el objetivo de estandarizar y establecer un programa de mantenimiento eficiente.

La alcaldía no maneja un sistema adecuado de registros, donde se detallen los costos involucrados en las reparaciones de fallas como: mano de obra, materiales, repuestos, tiempo de inactividad y lo cual es necesario dentro de un plan de mantenimiento.

La gran parte de las actividades de mantenimiento son repetitivas y son realizadas en los puntos de trabajo por los mismos operarios, debido a que no se tiene un establecimiento especial de mantenimiento, ni personal especializado, así como una falta de gestión y almacén de repuestos.

En la figura 13 se presentan las deficiencias encontradas en el diagnóstico realizado en el área de mantenimiento y sus necesidades que conlleven a la elaboración del plan de mejora dentro de la alcaldía de la Esperanza.

Figura 13. Diagnóstico, necesidades y mejoras del área de mantenimiento.



6. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Para la debida realización del programa de mantenimiento preventivo se llevó a cabo la realización de un inventario, así como una respectiva codificación de las diferentes maquinas propias del municipio de la Esperanza, esto con el objetivo de establecer la cantidad exacta y clase de maquinaria pesada con la que cuenta la alcaldía. Esto con el fin de facilitar la elaboración de las fichas técnicas y proporcionar la facilidad de una búsqueda o consulta rápida de la información de operación y técnica que se lleguen a necesitar en los respectivos mantenimientos programados.

Figura 14. Maquinaria pesada del municipio de la Esperanza.



Se determinaron los equipos con la cual cuenta la comunidad en general para atender y mantener las vías terciarias en un buen estado, así como las urgencias que se lleguen a producir. A estas máquinas se le realizó el respectivo mantenimiento preventivo. Posteriormente a la realización del inventario de los

equipos y su codificación se elaboró el formato para las fichas técnicas. Estos documentos se diligenciaron con los datos correspondientes a cada una de las máquinas.

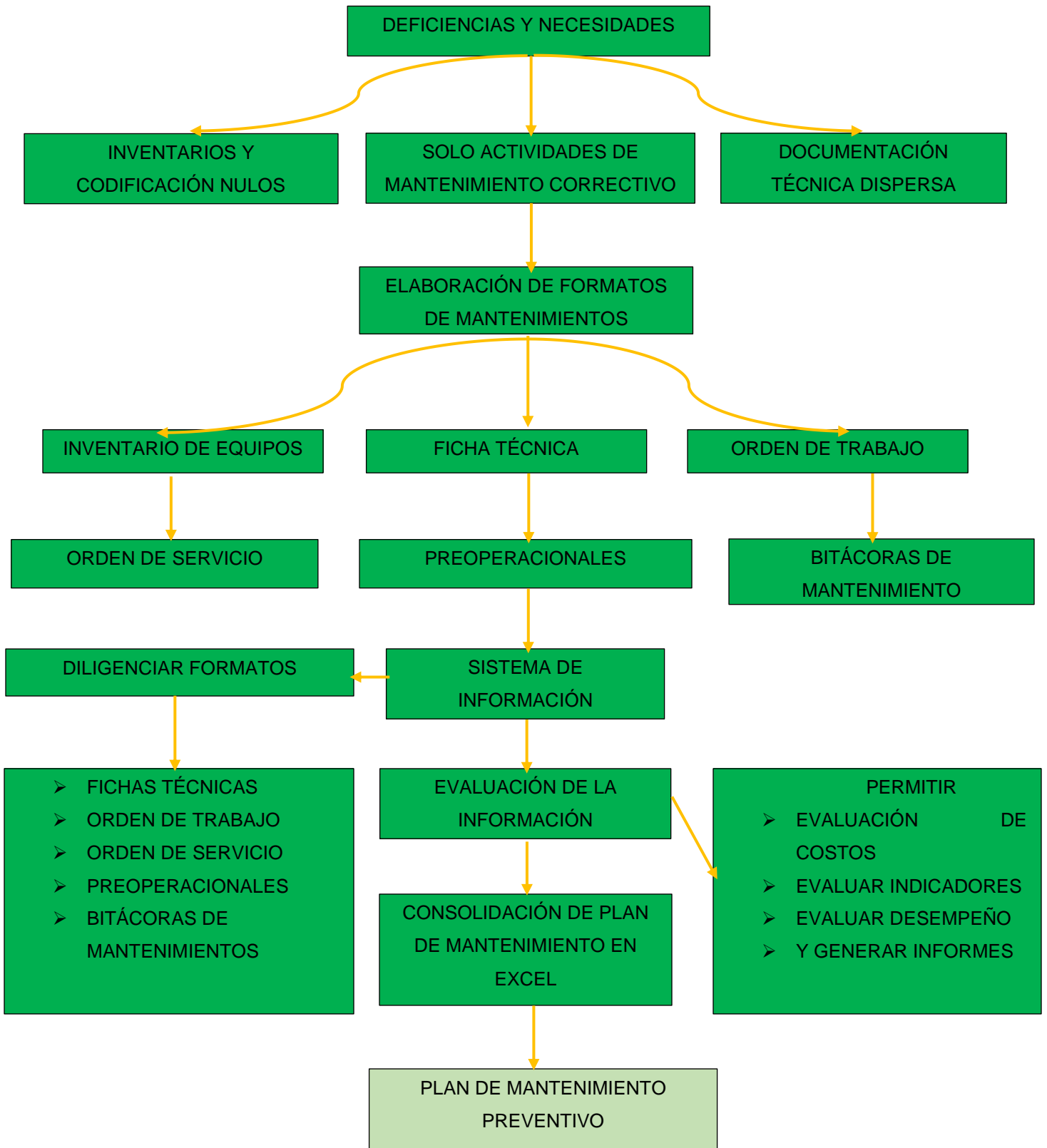
Por otra parte, se elaboraron los formatos que faciliten y controlen las actividades programadas de mantenimiento preventivo para las diferentes maquinas detalladas en el inventario previamente realizado.

El programa de mantenimiento preventivo se basa en la realización de una lista de tareas, inspecciones, análisis, cambios y monitores de elementos propios de las máquinas, empleando modelos de formatos que permitan efectuar y examinar las actividades correspondientes al mantenimiento propuesto para cada equipo, listas de chequeo, procesos de, limpieza, lubricación y verificación de elementos empleados en las diferentes actividades.

Por último, se procedió aplicar la propuesta del plan de mantenimiento preventivo en su fase inicial. Se programaron las actividades de mantenimiento para cada máquina, efectuando un control de las mismas que permitan verificar su cumplimiento y eficacia. Además, se llevó un registro de las tareas de mantenimiento correctivo como de preventivo con el objetivo de determinar costos en los diferentes tipos de mantenimientos. Por último, se procede a la elaboración de un programa de mantenimiento en Excel para la alcaldía de la Esperanza de forma dinámica, con macros que permita el incremento de la vida útil de la maquinaria, reducción de paros imprevistos, reducción de costos, disminución de niveles de inventarios, mejorar la documentación y organización del área de mantenimiento dentro de la alcaldía.

En la figura 15 se ilustra el proceso implementado para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo para el municipio de la esperanza.

Figura 15. Procedimiento de desarrollo del plan de mantenimiento preventivo.




6.1 RECONOCIMIENTO DE LA MAQUINARIA

Una vez planteado la metodología del desarrollo del programa de mantenimiento, lo primero es realizar el listado e inventario de las maquinas del municipio con el objetivo de determinar la cantidad y tipo de vehículo con la que cuenta la comunidad, así como elaborar su respectiva codificación para posteriormente realizar los respectivos formularios y planes de mantenimiento.

Por medio del inventario se registra las máquinas que están actualmente en funcionamiento en las diferentes veredas del municipio, posteriormente asignar y determinar una denominación para cada una de ellas.

En esta etapa se llevó a cabo un inventario (ver cuadro 1) de las máquinas con las que cuenta la administración del municipio de la Esperanza; donde se clasificaron según su tipo en Automóviles, De Carga, Transporte, Maquinaria y Desplazamiento, utilizando además la Marca de cada uno.

Cuadro 1. Inventario de la maquinaria del municipio de la Esperanza.

ALCALDÍA DE LA ESPERANZA INVENTARIO			
Tipo de vehículo	Cantidad	Clase de vehículo	marca
Carga	1	Volqueta	Chevrolet
Transporte	1	Cama baja de tiro tipo zorra	Bufo LTDA.
Maquinaria	4	Cargador frontal	International
		Motoniveladora	New holland
		Vibrocompactadora	JCB
		Tractor de cadenas	Caterpillar

6.2 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

La codificación tiene como objetivo dar a las máquinas y equipos una dirección donde ubicarlas y un nombre por el cual se pueden identificar a cada uno de ellas dentro de la alcaldía de la Esperanza. Permitiendo tener un control y conocimiento de su documentación técnica, actividades de mantenimiento, costos, historiales, etc.

6.1.1 Criterios de codificación. El patrón de codificación para cada equipo es de tipo alfanumérico según la norma ISO 14224. Este código consta de 4 niveles, donde a cada nivel entrega información específica sobre el equipo. A continuación, se observa lo que representará cada nivel de este código y que representa cada uno de sus caracteres.

Tabla 1. Modelo de codificación de equipos.

Nivel 1 (CATEGORÍA)	Nivel 2 (INSTALACIÓN)	Nivel 3 (PLANTA/UNIDAD)	Nivel 4 (EQUIPO)
XXX	XX	XXX	XXXX

El **Primer Nivel** del modelo de codificación identifica la categoría o negocio, el tipo de empresa y lugar donde está ubicado la maquina dentro del área de la alcaldía. Los caracteres que identifican este nivel son los siguientes:

Este Nivel está conformado por tres letras, estas se utilizan para identificar el tipo de empresa o entidad a la cual pertenece la alcaldía. Véase tabla 2.

Tabla 2. Codificación Primer Nivel

ENTIDAD	CÓDIGO
Entidad Publica	EPM
Entidad Privada	EVM

En este caso, la alcaldía se caracteriza por ser entidad pública encargada de administrar los recursos del municipio (**EPM**).

El **Segundo Nivel** de la codificación de la maquinaria representa la división u organización de la alcaldía para la cual hace parte la maquinaria o el equipo, está compuesto por dos letras como se describe a continuación:

Tabla 3. Codificación Segundo Nivel.

ORGANIZACIÓN U DIVISIÓN	CÓDIGO
Secretaria de Infraestructura	SI
Secretaria de Seguridad y Justicia	SS
Secretaria de Educación y Cultura	SE
Secretaria de Movilidad y Transito	ST
Secretaria de Servicios Administrativos	SA
Secretaria de Planeación	SP
Secretaria del Medio Ambiente	SM

El **Tercer Nivel** de la codificación de la maquinaria corresponde a la categoría de instalación, es decir, al objetivo para la cual fueron diseñados y adquiridos los equipos. Este nivel está conformado por las tres primeras letras de la descripción o las letras más significativas del nombre.

Tabla 4. Codificación Tercer Nivel.

CATEGORÍA	CÓDIGO
Transporte	TRA
Perforación	PER
Carga	CAR
Excavación y Remoción	EXR
Nivelación	NIV
Extracción	EXT
Construcción	CON

El **Cuarto Nivel** de la codificación cuenta con dos caracteres, uno hace referencia a la clase de equipo y el otro al número de equipos con que cuenta la alcaldía. El primer carácter está conformado por la primera letra del nombre de la maquina o equipo, seguido por la primera consonante del nombre, si es llegado el caso de que se repitan los nombres, se cambia la segunda letra de los equipos por la siguiente consonante. Para los equipos o máquinas que estén conformados por más de dos palabras, el código se forma por la primera letra de cada palabra.


El segundo carácter está compuesto por el número consecutivo de equipos para la misma clase de maquina o equipo, como se describe.

Tabla 5. Codificación Cuarto Nivel

MAQUINA O EQUIPO	CÓDIGO
Cargador Frontal	CF01
Motoniveladora	MO01
Vibro compactadora	VI01
Tractor de Cadenas	TC01
Volqueta	VO01
Cama Baja Tipo Zorra	CM01

En el cuadro 2, se presentan el inventario de maquinaria pesada dentro del municipio de la Esperanza con su respectivo código, fabricante y modelo.

Cuadro 2. Codificación de equipos.

ALCALDÍA DE LA ESPERANZA CODIFICACIÓN			
CÓDIGO	EQUIPO O MAQUINA	FABRICANTE	MODELO
EPM-SI-EXR-CF01	Cargador Frontal	INTERNATIONAL	DRESSER 515
EPM-SI-NIV-MO01	Motoniveladora	NEW HOLLAND	RG140.B
EPM-SI-NIV-VI01	Vibrocompactadora	JCB	VM75
EPM-SI-EXR-TC01	Tractor de Cadenas	CATERPILLAR	D5K2XL
EPM-SI-CAR-VO01	Volqueta	CHEVROLET	FVR
EPM-SI-TRA-CM01	Cama Baja Tipo Zorra	BUFALO LTDA	VB91T-TM3

7. DOCUMENTACIÓN PARA EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Una de las características fundamentales en la implementación de un plan de mantenimiento en una empresa es la de lograr generar en buen sistema de información que permita y facilite la consulta constantemente de los datos primordiales de las maquinas que conlleven a una buena organización y planeación de la gestión del mantenimiento²².

Un modelo de sistema de información eficiente presenta los siguientes beneficios:

- Proporciona la información verídica y a tiempo para la toma de las mejores decisiones.
- Disponibilidad de mayor y mejor información para los usuarios en tiempo real.
- Disminuye errores, tiempo y recursos en el área de mantenimiento.
- Reducción de costos.
- Ayuda con la disponibilidad de equipos.
- Favorece continuamente al control de las metas propuestas en el área de mantenimiento.
- Contribuye al estudio y obtención de indicadores de gestión del mantenimiento.

El buen rendimiento del sistema de documentación en un plan de mantenimiento, se basa en que sea manejable, ágil, sencillo de comprender, diligenciar y de gestionar, igualmente debe contener los datos e información necesaria que logre cumplir con los objetivos.

²²ÑAÑEZ ORTEGA, Martin Audelo. Organización y Sistematización del Departamento de Mantenimiento en la planta de Solla S.A. Bucaramanga. 1999, 64 p.

Las consecuencias del desconocimiento de la documentación e información técnica, así como su debida utilización dentro del plan de mantenimiento, serán nefastas, debido a que no se podrá llevar un control de las intervenciones en la maquinaria, los repuestos utilizados, el tiempo de ejecución y una inevitable ignorancia de los costos presentes en programa de mantenimiento.

7.1 TIPOS O NIVELES DE INFORMACIÓN

Según el interés y el tipo de datos con el que se cuenta a la hora de programar un mantenimiento se puede clasificar los niveles de información y así poder manejar adecuadamente la documentación con la que se cuenta. Considerando lo anterior se pueden encontrar los siguientes tipos de información²³.

- **Información para las operaciones.** en este tipo de información se conoce o se manejan los datos fundamentales que permita la ejecución de actividades en los equipos como lo son: las ordenes de trabajo, fichas técnicas, historial de los equipos e influencias en los diferentes procesos con el objetivo de instaurar una base de documentación de toda la infraestructura de los equipos.
- **Información para la dirección.** En este apartado es esencial la información de todos los datos relacionados con los costos de mantenimiento, el almacén de repuestos, así como los datos de gestión de mantenimiento. Lo cual facilita a la administración un seguimiento a estos parámetros, estudiarlos y planificar las acciones a seguir.
- **Información para el puesto de trabajo.** En este nivel de información se maneja los datos o documentos relacionados a las necesidades del personal como lo son: la formación, perfiles datos, etc. Con el fin de un buen rendimiento en la implementación del plan de mantenimiento.

²³ Estudios de la Necesidades formativas en el Área de Mantenimiento Preventivo Industrial. Andalucía. II Acuerdo de Formación Continua y del Fondo Social Europeo. 1999, 18-22 p.

La documentación recolectada y utilizada debe ser lo más verídica posible. Los formatos deben ser asequible, con facilidad de diligenciar y de interpretar. Además, que se presente de una forma ordenada y estandarizada, que contenga los datos necesarios y confiables para planear, elaborar y controlar las respectivas actividades de mantenimiento.

7.2 DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN REFERENTE A LOS DATOS PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO

En general en este plan de mantenimiento preventivo, la información y documentación se basa en cuatro aspectos importantes: aspecto técnico, aspecto de costos, gestión del mantenimiento.

7.2.1 Aspecto técnico.

Hace referencia a la información técnica proporcionada por el fabricante del vehículo o equipo, además de los datos recolectados en el municipio. Se pueden considerar los siguientes aspectos importantes.

- **Especificaciones del equipo:** habla acerca de las especificaciones características de funcionamiento de la máquina, así como de sus componentes.
- **Datos del equipo:** alude a los datos administrativos y datos proporcionados por el manual de operación o fabricante
- **Ubicación del equipo:** hace referencia al destino o ubicación donde se encuentra el equipo e información del operario.

7.2.2 Aspectos de costos.

Hace referencia de los datos correspondiente a los costos y gastos generados por el mantenimiento en general para cada uno de las maquinas. En este aspecto se tienen en cuenta los siguientes costos.

- Costos de mano de obra
- Costos de outsourcing
- Insumos
- Herramientas y repuestos

Para esto, se debe llevar una bitácora tanto de mantenimiento preventivo como correctivo, además un control de las modificaciones en inversiones en los diferentes equipos con el objetivo de llevar la contabilidad de los costos y del presupuesto.

7.2.3 Gestión del mantenimiento.

Hace referencia a los principales indicadores de mantenimiento como lo son: la disponibilidad, la confiabilidad, la mantenibilidad y la eficacia, el cual indica los tiempos de funcionamiento y prestación del servicio.

Entre los aspectos importantes a tener en cuenta en la gestión de mantenimiento están:

- Tiempo medio entre fallas
- Tiempo medio entre reparaciones
- Tiempo asignado al mantenimiento programado
- Paros imprevistos a la hora de prestación de servicios

7.3 DISEÑO Y ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Luego de realizar la identificación de la maquinaria, su diagnóstico, el análisis de documentación necesaria para el programa de mantenimiento, se presenta los diferentes formatos y datos técnicos de la maquinaria pesada del municipio de la Esperanza.

La estructura de los formatos se caracteriza por su facilidad de registro e interpretación, por su información estandarizada y organizada para objetivos de control y ejecución de las diferentes actividades propuestas de mantenimiento. A Continuación, se presentan los diseños de los formatos y documentos a implementar en el plan de mantenimiento teniendo en cuenta los parámetros anteriormente descritos. Véase Cuadro 3.

Cuadro 3. Documentos para el plan de Mantenimiento.

DOCUMENTOS REFERENTE AL ASPECTO TECNICO	DOCUMENTOS REFERENTE AL ASPECTO DE COSTOS	DOCUMENTOS REFERENTE A LA GESTION DE MTTO
<ul style="list-style-type: none">• Ficha tecnica• formato de inventario preoperacional	<ul style="list-style-type: none">• Orden de trabajo• Orden de servicio	<ul style="list-style-type: none">• Registro de mtto preventivo• Registro de mtto correctivo

7.3.1 Ficha técnica para equipos y maquinaria.

Este documento describe las características principales de la maquina, datos tecnicos, asi como las aplicaciones del equipo proporcionando informacion sobre

los aspectos de los mismos. Dentro de los datos mas importantes estan: vease figura x.

- **Datos del equipo**
 - ✚ Nombre máquina-equipo
 - ✚ Fabricante
 - ✚ Modelo
 - ✚ Serial
 - ✚ Código de inventario
 - ✚ Ubicación
 - ✚ Marca
 - ✚ Fecha de compra
 - ✚ Foto del equipo
- **Características generales**
 - ✚ Peso
 - ✚ Cilindraje
 - ✚ Rpm
 - ✚ Potencia
 - ✚ Motor
 - ✚ Dimensiones
- **Características técnicas**
 - ✚ Datos eléctricos
 - ✚ Datos mecánicos
 - ✚ Datos hidráulicos
 - ✚ Funcionamiento
 - ✚ Observaciones de mantenimiento

En la figura 16, se presenta el formato elaborado correspondiente a la ficha técnica para la maquinaria de la alcaldía de la esperanza. La ficha técnica se presenta

debidamente diligenciada con la información respectiva de una de las maquinas que actualmente está laborando y presta el servicio en el municipio.

En los **Anexos A, B, C, D y E**, se presenta los formatos de las fichas técnicas de cada una de las maquinas-equipos pertenecientes al municipio de la Esperanza debidamente diligenciados.

Figura 16. Ficha técnica motoniveladora New Holland RG140B.

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
NOMBRE DE LA EMPRESA: ALCALDÍA DE LA ESPERANZA							
MAQUINA-		MOTONIVELADORA		UBICACIÓN		Corregimiento de san pablo	
FABRICANTE		NEW HOLLAND		FECHA DE COMPRA		15/11/2012	
MODELO		RG140B		CÓDIGO DE INVENTARIO		EPM-SI-NIV-MO01	
SERIAL		NAAF06740					
MARCA		NEW HOLLAND					
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
PESO	14605 kg	CILINDRAJE	6700 cm3	RPM	2200	POTENCIA	150 HP
MOTOR	CUMMINS 6BTA		TORQUE Max	659/758 Nm	PRESIÓN MÁXIMA	20990 Kpa	
DIMENSIONES LAMINA CENTRAL (longitud x altura x espesor)				3658mm x 622 mm x 22 mm (OPC)			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MAQUINA O EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> • Motor Diesel 4 tiempos inyección directa turboalimentado. • Numero de cilindros 6. • Diámetro y carrera 104 x 132 mm. • Marchas 6 adelante, 3 de retroceso. • Tensión 24 voltios. • Número de baterías 2 x 12 V. • Alternador 45 A • Ángulo máximo del talud de la lámina 90°. • Ángulo de inclinación de la lámina 40° hacia adelante y 5° hacia atrás. • Profundidad de corte de la lámina 711mm. • Controles totalmente hidráulicos tipo load and Flow sense. • Dirección hidrostática. 							
FUNCIONAMIENTO							
Se basa en la aplicación de la hoja o lámina montada sobre una tornamesa, con la capacidad de realizar giros sobre los ejes vertical y horizontal, confiriéndole a dicha lámina la posibilidad de desplazar materiales o realizar taludes mediante la rodadura de estos a lo largo de ella. Se considera una máquina de terminación superficial.				OBSERVACIONES DE MANTENIMIENTO			
<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo electrónico de fallas y sistema auxiliar de desplazamiento en caso de falla (transmisión). 							
Elaborador por:		Leyder Yesid Jaimes G		Aprobado por:			
Fecha:		28/05/2021		Fecha:			

7.3.2 Formato interno de inventario e inspección preoperacional.

La inspección preoperacional, así como la inspección durante la realización del trabajo es de gran importancia y vital en un programa de mantenimiento preventivo. Esto se realiza con el objetivo de analizar el estado en el cual se encuentra las maquinas antes y durante su operación para establecer actividades a ejecutar.

En este documento se especifica las diferentes actividades eléctricas, mecánicas, electrónicas a inspeccionar y revisar en los diferentes equipos, además se inspecciona los documentos técnicos necesarios tanto de la maquina como del operario. Esto con el fin de encontrar puntos críticos y falencias que deben ser corregidas antes de que ocurran fallas más graves, así como los requerimientos de servicio y operación que certifique el excelente estado de funcionamiento. Véase figura 17.

A continuación, se presentan los ítems importantes en el formato de inventario e inspección preoperacional.

- **Encabezado**
 - a. Inspección No.
 - b. Nombre del operario
 - c. Maquina
 - d. Código de inventario
 - e. Marca
 - f. Lugar
 - g. Hora de inicio
 - h. Hora de finalización

- **Sistema eléctrico**
 - a. Luces delanteras altas/bajas

- b. Luces de parqueo
- c. Direccionales
- d. Luces de freno
- e. Luces internas (cabina)
- f. Pito normal/correcta
- g. pito de reversa
- h. Sistema eléctrico en general

- **Sistema mecánico**

- a. Motor
- b. Dirección
- c. suspensión
- d. Encendido
- e. Estado manómetro/indicadores
- f. Embrague
- g. Trasmisión
- h. Indicador nivel de combustible
- i. Sistema de refrigeración
- j. Mecanismo de giro (tornamesa)
- k. Caja de cambios
- l. Frenos de servicio
- ll. Cilindros hidráulicos
- m. Amortiguación
- n. Limpia parabrisas
- ñ. Tubos de escape
- o. Carrocería
- p. Ventilador/mangueras/correas
- q. Hojas/muelles
- r. Otras

- **Accesorios**
 - a. Cinturones de seguridad
 - b. Cojinería/tapetes
 - c. Puertas
 - d. Escaleras/pasamanos
 - e. Placa de vehículo
 - f. Espejos
 - g. Vidrios
 - h. Otros

- **Ruedas o llantas**
 - a. Labrado de llantas delanteras
 - b. Labrado de llantas traseras
 - c. Estado de rines delanteros y traseros
 - d. Estado de tuercas-grapas aro de seg.
 - e. Condición de las llantas en general
 - f. Condición llanta de repuesto
 - g. Zapatas

- **Documentación del vehículo**
 - a. Tarjeta de propiedad
 - b. seguro obligatorio (SOAT)
 - c. Póliza de automóviles
 - d. Certificado de emisión de gases
 - e. Certificado de revisión técnico mecánica
 - f. Registro nacional de transporte de carga
 - g. Registro nacional de transporte de combustible
 - h. Manual de operación
 - i. Otros

- **Documentación del conductor**

- a. Pase de conducción
 - b. Cedula de ciudadanía-libreta militar
 - c. Certificado de manejo de defensivo
 - d. Certificado de manipulación de fluidos
 - e. Carne de empresa
 - f. Carne de EPS y ARP
 - g. Análisis de riesgo de operación
 - h. Otros
- **Equipo de seguridad de carreteras**
 - a. Botiquín de primeros auxilios
 - b. Extintor multipropósito
 - c. Chaleco, conos, triángulos, tacos, linterna
 - e. mecheros
 - f. Gato y herramientas
 - g. Otros
- **Equipo de contingencia**
 - a. Tela oleofilica/Mat. Absorbente
 - b. Pica/pala/ balde
 - c. Bolsas industriales
 - d. Manila/cinta de señalización
 - e. Tuercas/tornillos/arandelas
 - f. Otros
- **Seguridad componentes del sistema de almacenamiento de combustible**
 - a. Mangueras
 - b. Válvulas
 - c. Accesorios de acoples

d. Tanque

e. Otros

- **Otros**

a. Se presenta fuga de algún fluido


b. Aseo del vehículo

c. Hay productos incompatibles

f. otros

En el **anexo f**, se da a conocer el diseño completo del formato interno de inventario e inspección preoperacional para la maquinaria pesada del municipio de la Esperanza, en cual debe ser tramitado para cada equipo según las necesidades de la maquinaria y registros de inspección.

Figura 17. Formato interno de inventario e inspección preoperacional para máquinas y vehículos.

FORMATO INTERNO DE INVENTARIO E INSPECCIÓN PREOPERACIONAL PARA MAQUINAS Y VEHÍCULOS					INSPECCIÓN No. _____											
NOMBRE DEL OPERARIO: _____																
MAQUINA: _____					CÓDIGO INV : _____				MARCA: _____							
LUGAR: _____					HORA INICIO: _____				HORA FINALIZACIÓN: _____							
Convenciones					B: Bueno, R: Regular, M: Malo, N/A: No aplica											
1. Sistema eléctrico					ESTADO				3. Accesorios				ESTADO			
					B	R	M	N/A					B	R	M	N/A
a. Luces delanteras altas/bajas									a. Cinturones de seguridad							
b. Luces de parqueo									b. Cojinería/tapetes							
c. Direccionales									c. Puertas							
d. Luces de freno									d. Escaleras/pasamanos							
e. Luces internas (cabina)									e. Placa de vehículo							
f. Pito normal/correcta									f. Espejos							
g. pito de reversa									g. Vidrios							
h. Sistema eléctrico en general									h. Otros							
2. Estado mecánico					B	R	M	N/A	4. Llantas				B	R	M	N/A
a. Motor									a. Labrado de llantas delanteras							
b. Dirección									b. Labrado de llantas traseras							
c. suspensión									c. Estado de rines delanteros y traseros							
d. Encendido									d. Estado de tuercas-grapas aro de seg.							
e. Estado manómetro/indicadores									e. Condición de la llantas en general							
f. Embrague									f. Condición llanta de repuesto							
g. Trasmisión									g. Zapatas							

7.3.3 Orden de trabajo.

Es uno de los elementos esenciales a la hora de programar una tarea de mantenimiento preventivo, ya que es el comienzo para la realización de una intervención en la máquina. Permite reconocer y registrar los detalles de las actividades de mantenimiento. Véase figura 18.

Es el documento en el cual los jefes de mantenimiento informan al técnico acerca de la tarea que tiene que realizar, sirve como soporte a la hoja de vida del equipo y contiene la información necesaria de la maquina como; personal técnico, actividades a realizar, mano de obra, detalles sobre repuestos, solicitantes, herramientas, prioridad del trabajo y fecha y hora de admisión entre otras.

Se conoce a una orden de trabajo como una consecuencia de la solicitud u orden de servicio de mantenimiento. Por ende, es importante relacionar estos documentos y diseñarlos de una forma sencilla pero didáctica que permita un manejo adecuado y control de las actividades de mantenimiento.

Los ítems e información relevante a la hora de diligenciar la orden de trabajo es la siguiente:

- **Encabezado**
 - ✚ Equipo
 - ✚ Tipo de mantenimiento
 - ✚ Numero de orden de trabajo
 - ✚ Prioridad
 - ✚ Periodicidad
 - ✚ Área encargada
 - ✚ Hora de inicio
 - ✚ Código Inventario
 - ✚ Hora de inicio


- ✚ Hora finalización
- ✚ Fecha de inicio
- ✚ Fecha finalización

- **Contenido**

- ✚ Actividad a realizar
- ✚ Técnicos
- ✚ especialidad
- ✚ Repuestos
- ✚ Cantidad
- ✚ Observaciones
- ✚ Responsables

En el **Anexo G**, se expone el diseño del formato completo de la orden de trabajo el cual debe ser diligenciado por el técnico u operario del equipo o maquina a intervenir luego de generar la solicitud de servicio.

Figura 18. Formato orden de trabajo.

FORMATO ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA			
Equipo	: <input type="text" value="CARGADOR FRONTAL"/>	Tipo de Mantenimiento	: <input type="text" value="Preventivo"/>
Código	: <input type="text" value="CAR 3 01 M"/>	#OT:	<input type="text" value="0005"/>
Periodicidad	: <input type="text" value="-"/>	Prioridad	: <input type="text" value="Alta"/>
Hora de Inicio	: <input type="text"/>	Área Encargada	: <input type="text" value="Mecánica"/>
Fecha de Inicio	: <input type="text" value="17/09/2021"/>	Hora de Finalización	: <input type="text"/>
		Fecha de Finalización	: <input type="text"/>
Actividad			
LUBRICAR SEGUN LAS NECESIDADES			
Técnicos:			
Código	Nombres	Especialidad	
2	GOMEZ FERNANDEZ JULIAN	Electricista	

7.3.4 Solicitud u Orden de servicio.

En este documento se formaliza el trabajo a realizar y las intervenciones que se deben hacer a cada una de las maquinas, es fundamental a la hora de planear y programar el mantenimiento. Este es el efecto o consecuencia de una falla o inspecciones realizadas a la maquinaria. Véase figurá 19.

La ordenes de Trabajo está fundamentada en este documento, se especifican las actividades a realizar según las especificaciones dadas en la orden de servicio. Las solicitudes de servicio pueden ser diligenciadas o requeridas por los operarios de la maquinaria del municipio de la Esperanza y del personal perteneciente al área de mantenimiento. El encargado del área del mantenimiento está en la facultad de verificar y aprobar las solicitudes de servicio.

Entre las ventajas de la implementación de las Ordenes de Trabajo y Ordenes de Servicio están:

- Se precisa las actividades de acuerdo a las inspecciones y fallas de la maquinaria
- Se identifican las prioridades a realizar según las necesidades
- Se establece una programación efectiva para la obtención de insumos y repuestos
- Disminuyen el tiempo de reparación aumentando la disponibilidad de la maquinaria del municipio de la Esperanza
- Permiten registrar la información para bitácoras e historia del área de mantenimiento para su respectivo analices.
- Se identifica las personas encargadas de las intervenciones en los equipos.


A continuación, se presenta la información a la hora de tramitar la solicitud de servicio, cabe resaltar que todos formatos son estándar para todas las maquinas.

- **Encabezado**
 - + Numero de orden de servicio
 - + Fecha
 - + Maquina
 - + Serial
 - + Ubicación
 - + Código de inventario
 - + Marca
 - + Referencia
 - + Numero de inspección de equipo

- **Contenido**
 - + Tipo de avería
 - + Grado de prioridad
 - + Estado deseado
 - + Descripción del trabajo
 - + Observaciones
 - + Técnico de mantenimiento
 - + Jefe de mantenimiento
 - + Versión
 - + Pagina

En el **Anexo H**, se presenta el diseño completo del formato de orden o solicitud de servicio. Este documento puede ser diligenciado por el personal del área de mantenimiento u operarios.

Figura 19. Formato orden de servicio.

FORMATO DE ORDEN DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA		ORDEN DE SERVICIO No.	
INSPECCIÓN DE EQUIPO No. _____		FECHA: _____	
MAQUINA:		CÓDIGO INV:	
SERIAL:		MARCA:	
UBICACIÓN:		REFERENCIA:	
TIPO DE AVERÍA: MECÁNICO <input type="checkbox"/> ELÉCTRICO <input type="checkbox"/> ELECTRÓNICO <input type="checkbox"/> HIDRAULICO <input type="checkbox"/>			
GRADO DE PRIORIDAD: EMERGENCIA <input type="checkbox"/> URGENTE <input type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/>			
ESTADO DESEADO:			

7.3.5 Bitácora mantenimiento preventivo.

Se registra las actividades de mantenimiento realizadas programadas durante el mantenimiento preventivo, ayuda como base al control de presupuestos y costos designados para toda la maquinaria pesada del municipio de la Esperanza. Véase figura 20.

Los detalles importantes en el formato de bitácora de mantenimiento preventivo con los siguientes.

- ✚ Fecha
- ✚ Numero de Orden de Trabajo
- ✚ Especialidad
- ✚ Nombre del técnico y/o contratista
- ✚ Tiempo estimado de intervención

- + Modelo
- + Placa
- + Marca
- + Serial
- + Código de inventario

- **Contenido**

- + Tipo de avería
- + Razón o motivo
- + Causa
- + Acción tomada
- + Materiales utilizados
- + Fecha
- + Hora de inicio
- + Hora de finalización
- + Fecha de entrega
- + Prueba de funcionamiento

En el **Anexo I**, se presenta el diseño completo del formato de registro de mantenimiento correctivo, debe ser debidamente diligenciado por el personal que realice las actividades correctivas.

Figura 21. Formato de registro de mantenimiento correctivo.

FORMATO INTERNO PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE MAQUINARIA		ORDEN DE TRABAJO No.			VERSIÓN:
					PAGINA: 1 de 1
MAQUINA:		MARCA:			
MODELO:		SERIAL:			
PLACA:		CÓDIGO INVENTARIO:			
FECHA:		HORA INICIO:		HORA FINALIZACIÓN :	
TIPO DE AVERÍA:		MECÁNICO <input type="checkbox"/>	ELÉCTRICO <input type="checkbox"/>	ELECTRÓNICO <input type="checkbox"/>	HIDRAULICO <input type="checkbox"/>
RAZON O MOTIVO:					
CAUSA					
ACCION TOMADA					

8. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA DEL MUNICIPIO DE LA ESPERANZA

Un plan de mantenimiento preventivo tiene como fin poder conservar el buen funcionamiento y estado de los equipos y maquinaria de una empresa para obtener su máxima eficiencia con unos costos mínimos. Los registros consecutivos de las actividades de mantenimiento y servicio hechos a las diferentes maquinas conllevan a un buen plan de mantenimiento preventivo²⁴.

Luego de identificar las maquinas pertenecientes al municipio de la Esperanza, su diagnóstico, la elaboración de los respectivos formatos y documentos de operación esenciales en un programa de mantenimiento preventivo como ficha técnica, formato de inventario e inspección preoperacional, orden de trabajo, solicitud u orden de servicio, bitácoras de mantenimiento preventivo y formato de registró de mantenimiento correctivo se elaboró el siguiente plan de mantenimiento preventivo, objeto de este proyecto. Primero se presentan los indicativos para cada una de las actividades a realizar en las labores de mantenimiento en la maquinaria. Ver tabla 6.

Tabla 6. Especificación de las actividades a realizar.

INDICADOR	ACTIVIDAD
I	Inspeccionar, verificar, revisar y limpiar según sea necesario
A	Adicionar o añadir
R	Reemplazar
D	Drenar
T	Apretar al par específico
L	Lubricar

²⁴ HERNÁNDEZ CRUZ, V. Plan De Mantenimiento Preventivo Para La Maquinaria Pesada En Funcionamiento De La Zona Vial No. 14, Dirección General De Caminos, Salamá, Baja Verapaz. Trabajo de grado. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2010. 44, p. Disponible en internet: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0641_M.pdf [Recuperado 20 ago. 2021].

8.1 MOTONIVELADORA NEW HOLLAND RG 140B

A continuación, se presenta el programa de mantenimiento de la MOTONIVELADORA NEW HOLLAND RG 140B 2012.

8.1.1 Mantenimiento

- **Cada 10 horas o a diario**

Tabla 7. Mantenimiento a las 10 horas de la MOTONIVELADORA RG140B.

MAQUINA		CÓDIGO
MOTONIVELADORA RG140.B 2012		EPM-SI-NIV-MO01
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor	I, A
2	Refrigerante de motor	I, A
3	Trasmisión	I
4	Tornillos flojos, frenos y ajustes de control.	I, T
5	Nivel de líquido del radiador	I, A
6	Nivel de aceite de la transmisión	I
7	Filtro del aceite del bloqueo del diferencial	I

- **Cada 50 horas o semanal**

Tabla 8. Mantenimiento a las 50 horas de la MOTONIVELADORA RG140B.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Depósito de aceite hidráulico	I
2	Filtro del depósito de combustible	I, D
3	Tornillos de montaje del ROPS	I
4	Filtro separador del agua del combustible	I, D
5	Nivel de fluido depósito hidráulico	I

- **Cada 100 horas o cada 15 días**

Tabla 9. Mantenimiento a las 100 horas de la MOTONIVELADORA RG140B.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Esferas del cilindro de desplazamiento lateral	L
2	Esferas de los cilindros de elevación de la lámina	L
3	Esfera de la barra de la tracción	L
4	Rodamiento de la articulación	L
5	Extremidades de los cilindros de la articulación	L
6	Filtro y aceite de la transmisión	R
7	Pasadores de los cilindros de levantamiento de la lámina	L
8	Pasadores de inclinación de la lámina	L

- **Cada 250 horas**

Tabla 10. Mantenimiento a las 250 horas de la MOTONIVELADORA RG140B.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite Carter del motor	R
2	Filtro de aceite del bloqueo del diferencial	R
3	Aceite carcasa central del eje trasero	A
4	Pasador de articulación de la lámina	L
5	Correas (Alternador/Ventilador)	I
6	Cilindro de articulación de la lámina	L
7	Pasador de articulación del eje delantero	L
8	Barra de dirección	L
9	Pasador de vástago del eje delantero	L
10	Cilindro de inclinación de las ruedas delanteras	L
11	Pasador de oscilación del eje delantero	L
12	Horquilla de levante, pasador pivote	L
13	Filtro de aire de la caja evaporadora	I
14	Juntas universales y cadenas	L
15	Nivel del aceite del reductor del gira-circulo	I

Continuación tabla 10.

Tabla 11. Mantenimiento a las 250 horas de la MOTONIVELADORA RG140B.

16	Estado y presión de los neumáticos	I
17	Bujes de oscilación del tándem	L
18	Filtro de aire de la cabina	I
19	Mangueta de la rueda delantera	L
20	Pivote de la dirección	L
21	Correa del compresor del aire acondicionado	I

- **Cada 500 horas o trimestral**

Tabla 12. Mantenimiento a las 500 horas de la MOTONIVELADORA RG140B.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Filtros de combustible y filtro separador	R
2	Cajas de tándem	I
3	Rodamientos de las ruedas del eje tándem	L
4	Filtro de aceite de la transmisión	R
5	Filtro del depósito hidráulico	R
6	Filtro del sistema de refrigeración	R
7	Tapón del drenaje del depósito de combustible	L
8	Aceite del motor y filtro de aceite	R
9	Nivel de aceite del tándem	I
10	Nivel de aceite del diferencial y reductores planetarios	I
11	Tornillos de fijación de la ROPS	T
12	Tornillos de fijación de los cinturones de seguridad	T

- **Cada 1000 horas o semestral**

Tabla 13. Mantenimiento a las 1000 horas de la MOTONIVELADORA RG140B

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de la transmisión	R
2	Tela de la transmisión	I
3	Inyectores de combustible	Ajustar
4	Válvulas de motor	Ajustar
5	Elementos filtrantes del filtro de aire	Ajustar
6	Aceite del tándem	R

- **Cada 2000 horas o semestral**

Tabla 14. Mantenimiento a las 2000 horas de la MOTONIVELADORA RG140B.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Depósito de aceite hidráulico	R
2	Aceite carcasa del eje trasero	R
3	Rodamiento de las ruedas delanteras	R
4	Caja del tándem (cada lado)	R
5	Líquido de enfriamiento del motor	R
6	Aceite del sistema hidráulico	R

8.2 TRACTOR DE CADENAS D5K2XL

Se aconseja que se debe realizar todas las actividades de mantenimiento programadas con la frecuencia especificada, cabe aclarar que se debe cambiar el filtro hidráulico siempre y cuando sea necesario, verificar la alineación de las orugas y rodillos y las ruedas giratorias constantemente.

Primero se presentan los indicativos para cada una de las actividades a realizar en las labores de mantenimiento en la maquinaria. Ver tabla 14.

Tabla 15. especificación de las actividades a realizar.

INDICADOR	ACTIVIDAD
I	Inspeccionar, verificar, revisar y limpiar según sea necesario
A	Adicionar o añadir
R	Reemplazar
D	Drenar
T	Apretar o ajustar al par específico
L	Lubricar
P	Probar
C	Comprobar

A continuación, se presenta el programa de mantenimiento de la TRACTOR DE CADENAS D5K2XL 2017

8.2.1 Mantenimiento

- **Cada 10 horas o diario**

Tabla 16. Mantenimiento a las 10 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.

MAQUINA		CÓDIGO
TRACTOR DE CADENAS D5K2XL 2017		EPM-SI-EXRTC01
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Frenos, indicadores y medidores	C
2	Alarma de retroceso	P
3	Pasadores de articulaciones de la hoja orientable e inclinable hidráulicamente	L
4	Filtro de la cabina	I
5	Nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento	C
6	Nivel de aceite del motor	C
7	Nivel de aceite del sistema hidráulico	C
8	Cinturón de seguridad	I
9	Cable del cabrestante	I
10	Rodillos del cable del cabrestante	L
11	Filtro de separador del agua	D

- **Cada 50 horas o semanal**

Tabla 17. Mantenimiento a las 50 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Filtro de la cabina (recirculación)	I
2	Varillaje y cojinetes del cilindro del desgarrador	L
3	Cadena	C, T
4	Pasadores de cadena	I
5	Elementos indicadores de todos los sistemas	I
6	filtro de aire turbo alimentador	I
7	Pasadores y articulaciones de los cilindros y mangueras	L
8	Baterías	I
9	Sistema de combustible	Cebar
10	Separador de agua del sistema de combustible	D
11	Filtro de aceite	I

A la hora de inspeccionar los filtros de aceite y se encuentren en un estado regular, se recomienda el cambio de estos.

- **Cada 100 horas o cada 15 días**

Tabla 18. Mantenimiento a las 100 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Válvulas sistemas hidráulicos (graseras)	L
2	Par cónico embragues de dirección y freno	I, A
3	Mando final reductores laterales	I, A
4	Cuchillas y cantoneras	I

- **Cada 250 horas**

Tabla 19. Mantenimiento a las 250 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Correa de tiempos	I
2	Muestra de aceite del motor	Obtener
3	Nivel de aceite de los mandos finales	C
4	Aceite del motor	D, R
5	Filtro de aceite del motor	R
6	Depósito de combustible	D
7	Filtro de combustible	R
8	Cardan entre convertidor y caja de cambio	L
9	Alternador (sistema eléctrico)	I
10	Rodillos (sistema de rodaje)	I, L
11	Rueda tensora (sistema de rodaje)	I, L
12	Cojinetes de poleas del ventilador	I, L

- **Cada 500 horas o semestral**

Tabla 20. Mantenimiento a las 500 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Elemento primario del filtro del aire del motor	I, L
2	Aceite y filtro del motor	R
3	Muestra de aceite de los mandos finales	Obtener
4	Posición de la rueda guía delantera	C, T
5	Muestra de aceite del sistema hidráulico	Obtener
6	Muñón	T
7	Cojinete del tambor del cabrestante	L
8	Muestra de aceite del cabrestante	Obtener
9	Filtro secundario del sistema de combustible	R
10	Separador de agua del sistema de combustible	R
11	Filtro de aceite del sistema hidráulico de la dirección, embrague, y freno.	R
12	Sellos, empaques y racores de tubería sistema de inyección	I
13	Cojinetes y sellos de sproker	I
14	Zapatas	I, L

- **Cada 1000 horas o anual**

Tabla 21. Mantenimiento a las 1000 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Batería	I
2	Luz de las válvulas del motor	C, T
3	Estructura de protección contra vuelcos (ROPS)	I
4	Filtros de aire	I
5	Correas del motor	I
6	Dámper	R

- **Cada 1500 horas**

Tabla 22. Mantenimiento a las 1500 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Condensador (del refrigerante)	I
2	Filtro de aceite del sistema hidráulico	R
3	Filtro de aceite del cabrestal	R

- **Cada 2000 horas**

Tabla 23. Mantenimiento a las 2000 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento (Nivel 2)	Obtener
2	Aceite de los mandos finales	R
3	Aceite del cabrestante	R
4	Tapón de ventilación del cabrestante	I
5	Radiador	I

- **Cada 3000 horas**

Tabla 24. Mantenimiento a las 3000 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Correas del alternador y del ventilador	R

2	Tensor de la correa	I
3	Termostato del sistema de enfriamiento	I, R
4	Aceite del sistema hidráulico	R
5	Respiradero del tanque hidráulico	R

- **Cada 12000 horas**

Tabla 25. Mantenimiento a las 12000 horas del TRACTOR DE CADENAS D5K2XL.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC)	R
2	Cinturón	R

8.3 VIBRO COMPACTADORA JCB VM75 2015

El programa de mantenimiento del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75 2015 se presenta a continuación.

8.3.1 mantenimiento

- **Cada 10 horas o a diario**

Tabla 26. Mantenimiento a las 10 horas del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75.

MAQUINA		CÓDIGO
VIBRO COMPACTADORA VM75 2015		EPM-SI-NIV-VI01
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Nivel de aceite	C, A
2	Calidad/nivel del agua	C
3	Fugas de agua o aceite	C
4	Todas las mangueras	I
5	Calidad/nivel del refrigerante	C
6	Tubo del respiradero	C
7	Filtro de combustible del separador de agua y del motor	D

8	Prefiltros (si está instalado)	I, C
9	Limpiabarro del rodillo	I, C, T
10	Presión/estado de los neumáticos	C
11	Apriete de los pernos del eje y bastidor	C
12	Apriete de las tuercas de las ruedas	C
13	Fugas del sistema hidráulico	C
14	Nivel de aceite del sistema hidráulico	C
15	Cilindros de la dirección: fugas externas	C
16	Cilindros hidráulicos: estado de las partes cromadas	C
17	Válvula de elevación del capo	C
18	Rótulos y notas de seguridad	C
19	Estructura ROPS/FOPS	C
20	Estado de seguridad del cinturón de seguridad	C
21	Maquina en general	I, C
22	Inspección visual de los puntos de elevación	C
23	Inspección visual de la articulación, la unión y el bloqueo	C
24	Freno de estacionamiento	C
25	Luces e instrumentos	C
26	Luces de funcionamiento	C
27	Bocinas	C

- **Cada 50 horas o cada semana**

Tabla 27. Mantenimiento a las 50 horas del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite hidráulico	C, A
2	Aceite de motor	C, A
3	Cilindros hidráulicos: estado de las partes cromadas	C
4	Mangueras: daños o fugas	C
5	Filtro de combustible y sedimentor de agua	C, I
6	Espaciadores de distancia/tacos del rodillo	C
7	Terminales de batería por estado y apriete	C
8	Soporte de la batería	C
9	Cableado: roces y enrutamiento	C
10	Interruptores de la cabina	C
11	Humos de escape	C
12	Seguridad del sistema de entrada de aire	C

13	Funcionamiento de las bombas de propulsión y vibración	C
14	Mangueras del enfriador y el radiador de aceite	C
15	Pines horizontales, verticales	L
16	Área del sello	L

- **Cada 250 horas o trimestral**

Tabla 28. Mantenimiento a las 250 horas del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de la caja reductora del rodillo	C
2	Aceite de la caja reductora del rodillo	R
3	Seguridad del sistema de escape	C
4	Frecuencia de vibración del rodillo	C
5	Presión del eje de vibración	C, T
6	Presión de carga	C, T
7	Circuito auxiliar y presiones	C, T
8	Soportes y abrazaderas de las mangueras	C, T
9	Motor de arranque	C
10	Alternador: producción	C

- **Cada 500 horas o semestral**

Tabla 29. Mantenimiento a las 500 horas del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite y filtro del motor	R
2	Filtro de aceite hidráulico	R
3	Filtro de combustible	R
4	Radiador	L
5	Estado de la correa de transmisión frontal de accesorios (FEAD)	C
6	Acoplamiento del eje de vibración	C
7	Filtro de aire primario de la cabina	R
8	Acondicionador de aire (si está instalado)	C
9	Pin del cilindro de la dirección	L
10	Sistema integral de enfriamiento	I

- **Cada 1000 horas o cada año**

Tabla 30. Mantenimiento a las 1000 horas del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Espaciadores de distancia/tacos del rodillo	R
2	Filtro de aire secundario	R
3	Batería	R
4	Elemento exterior del filtro del aire	R
5	Colador del aceite hidráulico	I
6	Líquido refrigerante	D, A

- **Cada 2000 horas o cada 2 años**

Tabla 31. Mantenimiento a las 2000 horas del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Elemento interno del filtro del aire	R
2	Holgura de válvulas	C, T
3	Anillos tóricos en tubo de llenado de aceite y varilla de nivel	R
4	Velocidad de ralentí bajo	C, T
5	Sistema de refrigeración	D, A
6	Amortiguador de vibraciones	C
7	Aceite de la caja reductora del rodillo	R
8	Aceite del eje de vibración del tambor	R
9	Aceite hidráulico	R
10	Depósito de aceite	I

- **Cada 6000 horas o cada 6 años**

Tabla 32. Mantenimiento a las 2000 horas del VIBRO COMPACTADORA JCB VM75

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
-------------	--------------------	------------------

1	Correa de transmisión frontal de accesorios (FEAD)	R
2	Inyectores	R
3	Conducto de retorno de los inyectores	R
4	Líneas de combustible de alta presión	C

En los Anexos **I, J y K**, se presentan los planes de mantenimiento preventivo para las de más maquinas pertenecientes del municipio de la Esperanza, se recomienda realizar las actividades oportunamente con el debido registro y diligenciamiento de los formatos correspondientes a cada actividad. Para estas actividades se recomienda leer la especificación e indicador de la tabla 8 y 16.

9. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN BÁSICO MEDIANTE LA HERRAMIENTA DE EXCEL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En el presente apartado se describe el diseño del sistema de información elaborado en Excel para la alcaldía del municipio de la Esperanza, se determina la estructura del sistema de información de mantenimiento (SIM) y se exponen los requerimientos, especificaciones y las relaciones presentes en el programa de mantenimiento elaborado en Excel.

La información recolecta y análisis del área de mantenimiento del municipio de la Esperanza sirvieron como base para el diseño del sistema de información, así como sus necesidades y requerimientos de la maquinaria. Este sistema de información tiene como objetivo permitir el registro actualizado de la maquinaria y su funcionamiento, teniendo en cuenta todos los parámetros relacionados con el mantenimiento como lo son: información técnica, repuestos e insumos, formatos de mantenimiento, cronogramas, personal de mantenimiento, entre otros, y sobre todo logre ser una herramienta integral de manejo de la información.

9.1 DISEÑO BÁSICO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO (PROGRAMA EN EXCEL)

Con el objetivo de facilitar y mantener el registro de las actividades de mantenimiento preventivo dentro de la alcaldía se apoyó del programa ofimático Excel, esta herramienta permitirá el control de los datos y la información que circula entre el personal, técnicos, operarios y directivos de la alcaldía. El programa debe ser practico, sin dificultades para manejar tal que el personal encargado no tenga problemas con su funcionamiento, además que se su aprovechamiento sea máximo. Los pasos para el diseño del SIM son los siguientes:

- Recopilación de la información referente a el área de mantenimiento de la Alcaldía y equipos.
- Definición de entradas y salidas del SIM
- Definición de los diferentes módulos y su relación con los requerimientos.

La implementación de un sistema de información de mantenimiento computarizado se basa en la necesidad de manejar adecuadamente la información y llevar un control de las actividades con el objetivo de aumentar la disponibilidad y disminuir los costos en reparaciones. Además, nos permite recopilar la información necesaria para orientar la toma de decisiones dentro del área de mantenimiento. Dentro de las ventajas de la aplicación del SIM computarizado están:

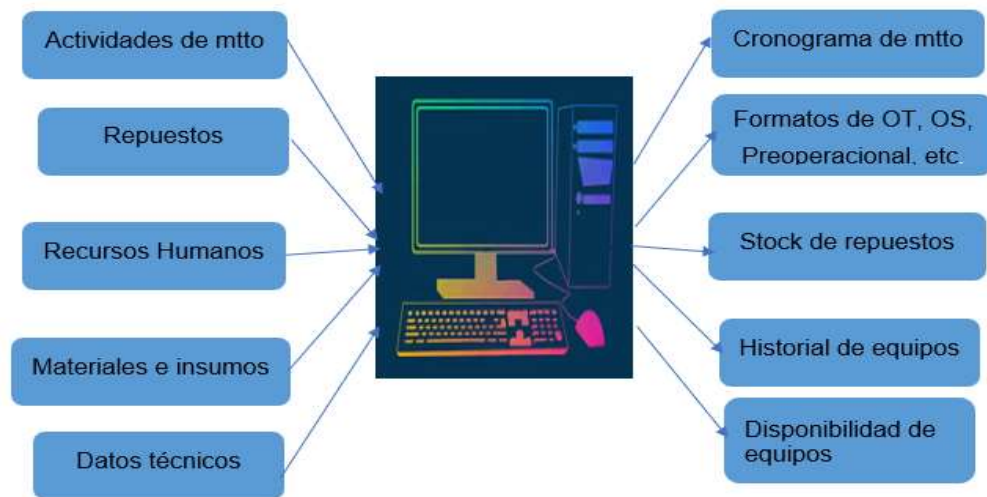
- Planificar y controlar las respectivas actividades de mantenimiento preventivo.
- Manejar adecuadamente los inventarios de repuestos y materiales a implementar.
- Manejar y controlar los recursos humanos pertenecientes al área de mantenimiento.
- Llevar un historial de todas las actividades realizadas a cada una de los equipos.
- Visualizar y adicionar actividades de mantenimiento.
- Obtener los programas y actividades de trabajo diarias en forma inmediata.

9.1.1 Parámetros importantes del sistema de información.

Para la determinación de estos parámetros, se estudiaron los componentes que conforman el área de mantenimiento de la Alcaldía del municipio de la Esperanza y sus necesidades. A continuación, se presentan las variables de entrada y de salida en el sistema de información (Programa en Excel).

- **Variables de entrada:** es aquella información que se ingresa al SIM y nutren la base de datos, que permitan registrar y actualizar las características técnicas de la maquinaria, actividades de mantenimiento, stock de repuestos, materiales necesarios, recursos humanos, etc. La información debe ser precisa y organizada con el fin que el funcionamiento del programa sea lo más eficiente. Figura 22.
- **Variables de salida:** Es la información obtenida del programa computarizado que puede ser consultada por el personal, para la toma de decisiones y la realización de actividades de mantenimiento entorno al buen funcionamiento de la maquinaria. Figura 22.

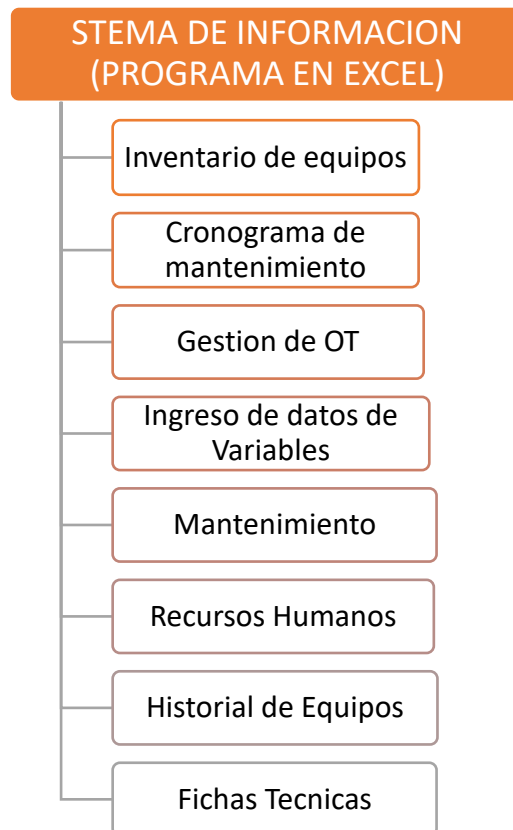
Figura 22. Variables de entrada y salida del programa de mantenimiento.



9.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO (PROGRAMA EN EXCEL).

En general la estructura del sistema de información de mantenimiento (programa en Excel) de la alcaldía del municipio de la Esperanza está constituida por 9 módulos los cuales tienen la función de controlar y manejar el área de mantenimiento en la alcaldía, así como la planeación, organización y programación de las actividades de mantenimiento. Ver figura 23. Estos módulos a su vez están divididos en pequeñas secciones que contienen la información pertinente a todas las actividades y equipos del municipio, para garantizar la eficacia de la gestión del mantenimiento.

Figura 23. Diseño de la estructura del sistema de información de mantenimiento.



A continuación, se describen brevemente cada uno de los módulos del sistema de

información (programa de Excel).

- **Módulo de inventario de equipos:** En este módulo se puede registrar todos los equipos pertenecientes a la alcaldía del municipio, registradas en el mantenimiento preventivo.
- **Módulo de cronograma de mantenimiento:** En este módulo se registran todas las actividades correspondientes al mantenimiento preventivo del inventario de equipos, además, se pueden agregar nuevas actividades correspondientes al mantenimiento. Por otra parte, se registran las fechas de realización de las actividades y los horómetros de la maquinaria.
- **Módulo de Mantenimiento:** En este apartado se encuentra todos los formatos e información relacionada con las solicitudes y ordenes de mantenimiento preventivo como correctivo, información como: bitácoras de mantenimiento preventivo, registro de mantenimiento preventivo, ordenes de trabajo, ordenes de servicio, formato preoperacional, etc.
- **Módulo de recursos humanos:** En este módulo se pueden registrar todo el personal con que cuenta el municipio de la esperanza para realizar las actividades de mantenimiento, además de agregar se pueden eliminar.
- **Módulo de gestión de ordenes de trabajo:** En esta sección se almacena la ordenes de trabajo que están abiertas (OT's sin ejecutar) y en Ejecución (OT's que se están ejecutando).
- **Stock de repuestos:** En esta sección se agregan todos los repuestos que tenemos disponibles en stock y se lleva el control de ellos.
- **Ingreso de Datos de Variable de control:** Desde este botón se puede

alimentar diariamente con datos como la cantidad de horas, kilómetros, unidades producidas a cada equipo para su respectivo control de mantenimiento y generación de las OT's.

- **Historial de equipos:** En este módulo se registran toda la información relacionada con Ordenes de Trabajo, Ordenes de Servicio, actividades, tiempos de ejecución, repuestos, gastos, etc., para cada uno de los equipos.

En la sección de ajustes generales se agregar y editar aspectos que se mostrarán en los formularios como: Áreas de Mantenimiento, Especialidades, Criticidad de Equipos. También podrás modificar la ruta de almacenamiento de OT's emitidas, Modificar el Número de OT's.

9.3 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN EXCEL

9.3.1 Pantalla principal. En primer lugar, al ejecutarse el programa en Excel se muestra en la pantalla principal la interfaz, ver figura 24. En esta pantalla se presenta los módulos anteriormente descritos del sistema de información, donde se puede acceder al registro y modificación de los datos del programa de mantenimiento.

Figura 24. Pantalla principal.



9.3.2 Modulo de Inventario de Equipos. En esta sección, desde el botón “Agregar Equipo” podemos agregar los equipos o maquinaria al inventario de la alcaldía, además se generará automáticamente su historial para el equipo agregado. El botón “Eliminar Equipo” elimina el equipo de inventario y su historial. Véase figura 25.

Figura 25. Módulo de Inventario de Equipos.



9.3.3 Sección de Mantenimiento.

Figura 26, en esta sección se encuentra todos los formatos diseñados para el programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria de la alcaldía.

Figura 26. Sección de mantenimiento.



- **Formato OT.** Este apartado registra la orden detalla de las actividades de mantenimiento a realizar, esta es diligenciada automáticamente cuando se ejecute la opción de gestión de ordenes de trabajo. Véase figura 27.

Figura 27. Pantalla Orden OT.

Imprimir

FORMATO ORDEN DE TRABAJO DE
 MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA



Equipo :	<i>CAMA BAJA TIPO ZORRA</i>	Tipo de Mantenimiento :	<i>Preventivo</i>
Código :	<i>CAM2017</i>	#OT: ###	Prioridad : <i>Baja</i>
Periodicidad :	-	Área Encargada :	<i>Mecánica</i>
Hora de Inicio :		Hora de Finalización :	
Fecha de Inic :	<i>17/09/2021</i>	Fecha de Finalización :	

Actividad	
nivel de aceite añadir	

Técnicos:		
Código	Nombres	Especialidad
<i>3</i>	<i>HERNANDEZ ALVAREZ FELIFE</i>	<i>Multidisciplinario</i>

Página 1

Repuestos

- **Formato OS.** En esta sección el programa permite diligenciar la orden de servicio a realizar que conlleva a la realización de ordenes de trabajo. Véase figura 28.

Figura 29. Pantalla Bitácora de mto preventivo.

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						Imprimir
Fecha	Numero OT	Especialidad	Nombre del técnico y/o contratista	Tiempo estimado de reparación	Fecha de solución	Observaciones
Página 1						
Elaborador por:						Página 1 de 1

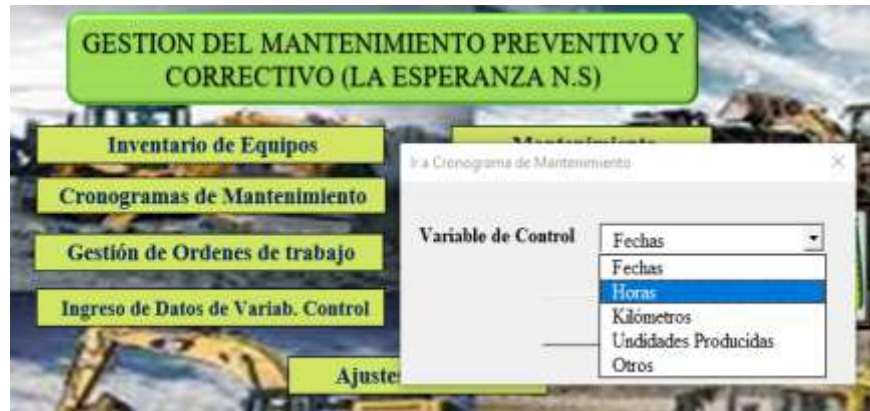
- **Formato preoperacional.** Esta sección presenta el formato a diligenciar antes de colocar en operación la maquinaria, se debe llevar el registro y si se encuentra una falla se debe diligenciar ordenes de servicio. Ver figura 30.

Figura 30. Pantalla Formato preoperacional.

FORMATO INTERNO DE INVENTARIO E INSPECCIÓN PREOPERACIONAL PARA MAQUINAS Y VEHÍCULOS				INSPECCIÓN No.	Imprimir
NOMBRE DEL OPERARIO:					
MAQUINA:			CÓDIGO INV :		MARCA:
LUGAR:			HORA INICIO:		HORA FINALIZACIÓN:
Convenciones B: Bueno, R: Regular, M: Malo, N/A: No aplica					
1. Sistema eléctrico		ESTADO		3. Accesorios	
		B R M N/A		ESTADO	
				B R M N/A	
a. Luces delanteras altas/bajas				a. Cinturones de seguridad	
b. Luces de parqueo				b. Cojinería/apetes	
c. Direccionales				c. Puertas	
d. Luces de freno				d. Escaleras/pasamanos	
e. Luces internas (cabina)				e. Placa de vehículo	
f. Pito normal/correcta				f. Espejos	
g. pito de reversa				g. Vidrios	
h. Sistema eléctrico en general				h. Otros	
2. Estado mecánico		B R M N/A		4. Llantas	
				B R M N/A	
a. Motor				a. Labrado de llantas delanteras	
b. Dirección				b. Labrado de llantas traseras	
c. suspensión				c. Estado de rines delanteros y traseros	
d. Encendido				d. Estado de tuercas-grapas aro de seg.	
e. Estado manómetro/indicadores				e. Condición de la llantas en general	
f. Embrague				f. Condición llanta de repuesto	
g. Trasmisión				g. Zapatas	
h. Indicador nivel de combustible				5. Documentación del vehículo	
i. Sistema de refrigeración				B R M N/A	
j. Mecanismo de giro (tornamesa)				a. Tarjeta de propiedad	
k. Caja de cambios				b. seguro obligatorio (SOAT)	
l. Frenos de servicio				c. Póliza de automóviles	
ll. Cilindros hidráulicos				d. Certificado de emisión de gases	
m. Amortiguación				e. Certificado de revisión técnico mecánica	

por kilómetros, por unidades producidas y uno adicional: ver figura 32. Para el presente proyecto se trabaja con dos cronogramas, por horas (maquinaria) y por kilómetros (transporte).

Figura 32. Opciones Modulo de Cronogramas de Mantenimiento.



9.3.4.1 Cronograma por horas. En esta sección se pueden agregar actividades a los equipos en la que el control de mantenimiento sea por la cantidad de horas trabajadas. Este cronograma es recomendable para equipos y maquinaria que cuentan con su horómetro (maquinaria pesada y otros). Véase figura 33.

Figura 33. Pantalla de Cronograma de mto preventivo por horas.

Cronograma de Mantenimiento Preventivo (V.C: Horas)						
Código de Equipo	Equipo	Prioridad	N°	Actividad	Area Responsable	Frecuencia de Mantto (Hrs)
CAR 3 01 M	CARGADOR FRONTA	Alta	1,00	Humedad y sedimentos del tanque del aire (Drenar)	Mecánica	10,00
CAR 3 01 M	CARGADOR FRONTA	Alta	2,00	Alarma de retroceso	Eléctrica	10,00
CAR 3 01 M	CARGADOR FRONTA	Alta	3,00	Nivel de aceite del pasador del cucharón y del pasador de la pluma (inspeccionar y añadir si es necesario)	Mecánica	10,00
CAR 3 01 M	CARGADOR FRONTA	Alta	4,00	Puntas del cucharón (inspeccionar, reemplazar si es necesario)	Mecánica	10,00
CAR 3 01 M	CARGADOR FRONTA	Alta	5,00	Placas anti desgaste del cucharón (inspeccionar, revisar según sea necesario)	Mecánica	10,00
CAR 3 01 M	CARGADOR FRONTA	Alta	6,00	Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento	Multidisciplinaria	10,00
CAR 3 01 M	CARGADOR FRONTA	Alta	7,00	Nivel de aceite del motor (inspeccionar y verificar)	Multidisciplinaria	10,00
CAR 3 01 M	CARGADOR FRONTA	Alta	8,00	Agua y sedimentos del tanque de combustible (Drenar)	Mecánica	10,00
CAR 3 01 M	CARGADOR FRONTA	Alta	9,00	Nivel de aceite del sistema hidráulico (inspeccionar y verificar)	Mecánica	10,00
CAR 3 01 M	CARGADOR FRONTA	Alta	10,00	Cinturón de seguridad (inspeccionar y verificar)	Multidisciplinaria	10,00

En la pantalla se presenta el botón de “agregar actividad” el cual permite ir ingresando las diferentes actividades de mantenimiento de la maquinaria, a medida que se van llenando los datos se va digitalizando y se registra automáticamente cada una de ellas. Los datos que se necesitan están: código del equipo, prioridad, área responsable, variable, de control, frecuencia, fecha de inicio y sobre todo actividad a realizar. Ver figura 34.

Otros datos importantes que se diligencia son los horómetros de cada maquina con el fin de determinar la fecha de la próxima intervención.

Figura 34. Pantalla de agregar actividad.

AGREGAR ACTIVIDAD

Ingrese Código de Equipo

Nombre de Equipo

Prioridad

Área Responsable

Variable de Control (V.C)

Frecuencia

Fecha de Inicio

Valor Inicial de V.C

Actividad

Agregar Actividad

9.3.4.2 Cronograma por kilómetros. En esta sección se puede agregar actividades de equipos en donde el control de mantenimiento sea la cantidad de kilómetros recorridos. Este cronograma es recomendable para vehículos livianos, volquetas y buses. Ver figura 35.

Este cronograma es muy similar al cronograma por horas, el botón de agregar actividad requiere los mismos datos para diligenciarse, sin embargo, la diferencia en este cronograma es la frecuencia con la que se realiza los mantenimientos (kilómetros).

Figura 35. Pantalla de cronograma de mto preventivo por kilómetros.

The screenshot displays a software interface for preventive maintenance scheduling. On the left, there is a table titled "Cronograma de Mantenimiento Preventivo" with the following columns: Código de Equipo, Equipo, Prioridad, N°, and Actividad. The table lists various maintenance tasks for "VOLQUETA" equipment, such as "Aceite de motor y filtro principal (Reemplazar)" and "Velocidad de marcha mínima y aceleración (Inspeccionar y verificar)".

On the right, there is a form titled "AGREGAR ACTIVIDAD" with the following fields:

- Ingreso Código de Equipo (dropdown menu)
- Nombre de Equipo (text input)
- Prioridad (text input)
- Área Responsable (dropdown menu)
- Variable de Control (V.C.) (dropdown menu)
- Frecuencia (text input)
- Fecha de Inicio (text input, showing 18/09/2021)
- Valor Inicial de V.C. (text input)
- Actividad (text area)

 A green "Agregar Actividad" button is located at the top left of the interface, and another "Agregar Actividad" button is at the bottom right of the form.

9.3.5 Ingreso de Datos de Variable de Control. Como ya se mencionó, por medio de este módulo se puede alimentar diariamente con datos como la cantidad de horas y kilómetros a cada equipo para su respectivo control de mantenimiento y generación de las OT's. Estos datos se almacenan en su respectivo Cronograma, ejemplo: si los datos ingresados son horas, los datos se almacenan en el

cronograma horas (los 4 últimos datos) para todas las actividades del equipo agregadas a ese cronograma. Importante: Para poder ingresar datos a los equipos (cantidad de horas, kilómetros), previamente el equipo debe tener agregado una actividad (como mínimo) en el cronograma de la variable de control que va ingresar los datos. Para agregar una actividad a un equipo, desde la pestaña Inicio hacer click en Cronogramas de Mantenimiento y seleccionar la variable de control correspondiente. Véase figura 36.

Figura 36. Pantalla módulo de Ingreso de Datos de Variable Control.

The image shows a software interface for equipment maintenance management. The main window has a title bar that reads "GESTION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO (LA ESPERANZA N.S)". Below the title bar, there is a vertical menu with five items: "Inventario de Equipos", "Cronogramas de Mantenimiento", "Gestión de Ordenes de trabajo", "Ingreso de Datos de Variab. Control", and "Ajuste". The "Ingreso de Datos de Variab. Control" item is highlighted. A modal window titled "Ingreso de Datos de Variable de Control" is open over the main window. This modal window contains the following fields: "Código de Equipo" (a dropdown menu), "Equipo" (a text input field), "Variable de Control" (a dropdown menu), "Valor Variab. Control" (a text input field), and "Fecha de Control" (a date input field with the value "18/09/2021"). At the bottom of the modal window is an "Aceptar" button.

9.3.6 Gestión de Ordenes de Trabajo.

En este módulo se almacena la ordenes de trabajo que están abiertas, sin ejecutar y en Ejecución. Véase figura 37.

Esta sección cuenta con los siguientes Botones:

- **Botón “Actualizar”**: Actualiza esta sección cargando todas las Ordenes de Trabajo restantes hasta la fecha actual.
- **Botón “Emitir OT”**: Imprime y Guarda la Orden de Trabajo que se quiere ejecutar. Basta con seleccionar la fila o una celda de la Orden de trabajo (esta OT debe estar abierta) y pulsar este botón, entonces se cambiará el color de la fila indicando la acción; además, en la columna estado de OT se mostrará “Ejecutando...” y en la columna #OT se aparecerá el número de OT que le corresponde. Ver figura 37.

Figura 37. Pantalla modulo Gestión de Órdenes de Trabajo.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> Actualizar Emitir OT Agregar/Editar Técnicos y Repuestos a OT Cerrar OT Agregar OT No Programada </div> <h3 style="text-align: center; margin: 0;">GESTIÓN DE ORDENES DE TRABAJO</h3>										
Fecha	Código de Equipo	Equipo	Prioridad	Actividad	Área de Mantenimiento	Tipo de Mantenimiento	Técnicos (Nombres)	Repuestos	Estado de OT	# OT
04/11/2020	EQ-02	Equipo 02	Media	Limpieza de elementos rodantes y portantes: orugas, rodillos, sistemas de transmisión, motorreductor y de los chules	Mecánica	Preventivo			Abierta	
03/11/2020	EQ-02	Equipo 02	Media	Engrase y/o lubricación general: motorreductores, sistemas de transmisión	Mecánica	Preventivo			Abierta	
03/11/2020	EQ-02	Equipo 02	Media	Limpieza de elementos rodantes y portantes: orugas, rodillos, sistemas de transmisión, motorreductor y de los chules	Mecánica	Preventivo			Abierta	
02/11/2020	EQ-10	Equipo-10	Media	XXXXXXXXXXXXXXXX	Eléctrica	Preventivo	Ramón Castillo	Electrodo para Soldar E 70145 Unidad	Abierta	
02/11/2020	EQ-02	Equipo 02	Media	Limpieza de elementos rodantes y portantes: orugas, rodillos, sistemas de transmisión, motorreductor y de los chules	Mecánica	Preventivo			Abierta	
27/10/2020	EQ-01	Equipo 01	Media	*Cambio de Aceite *Revisión de niveles de Líquido Refrigerante	Eléctrica	Preventivo			Abierta	

- **Botón “Agregar/Editar Técnicos y Repuestos a OT”**: Agrega y edita técnicos y repuestos de las Ordenes de Trabajo. Basta con seleccionar la fila o una celda de la Orden de trabajo y pulsar este botón para mostrar un formulario desde el cual podrá agregar y editar técnicos y repuestos. Véase figura 38.

Figura 38. Pantalla del botón Agregar y/o Editar Repuestos.

AGREGAR Y/O EDITAR TÉCNICOS Y REPUESTOS ×

Técnicos

Especialidad
Técnico

GOMEZ FERNANDEZ JULIAN

Repuestos

Cantidad

ACEITE 20W50:2_1

- **Botón “Cerrar OT”**: Cierra una orden de trabajo que se está ejecutando. Al pulsar este botón se mostrará un formulario (ver figura 39), bastará con agregar el número de Orden de trabajo y pulsar en Buscar, se cargarán los datos con los que se emitió la OT. Al rellenar todos los campos requeridos y dar clic en Cerrar OT esta se cerrará y los datos se almacenarán en el historial del Equipo. Además, la OT cerrada se elimina de esta hoja para brindar más espacio para las OT’s pendientes.
- **Botón “Agregar OT No Programada”**: permite agregar una nueva Orden de trabajo a esta sección, especialmente del tipo mantenimiento correctivo. Con la Orden ya agregada a la lista de OTs abiertas, el procedimiento de esta es igual a las demás.

Figura 39. Pantalla botón cerrar Orden de Trabajo.

The screenshot shows a web form titled "CERRAR ORDEN DE TRABAJO" with a close button (X) in the top right corner. The form is organized into several sections:

- Top Section:** A label "Ingrese Número de OT" followed by an input field and a "Cargar OT" button.
- Form Fields:** A grid of input fields for "Código", "Tipo de Mantenimiento", "Equipo", "Área Responsable", "Hora Inicio (24h)", "Fecha Inicio", "Hora Fin (24h)", and "Fecha Fin".
- Technicians Section:** A label "Técnicos Encargados" with an "Editar" button and a large empty text area below.
- Tasks Section:** A label "Tareas realizadas" with a large empty text area below.
- Other Sections:** Labels "Repuestos" and "Observaciones" with large empty text areas below.
- Bottom Section:** A large "Cerrar OT" button centered at the bottom.

9.3.7 Recursos Humanos. En esta sección se encuentra el personal que ejecutarán las Ordenes de trabajo. Cuenta con un botón que nos permite agregar cada uno de los técnicos, operarios, electricistas con los que cuenta la alcaldía de la esperanza. En la figura 40, se muestra la tabla con los datos necesarios para el ingreso del personal.

Figura 40. Pantalla módulo de Recursos Humanos.

Código	Nombres y Apellidos	Especialidad	DNI	Edad	Teléfono	Costo/hora
3	HERNANDEZ ALVAREZ FELIPE	Multidisciplinario	6399362	23/09/1978	3146278235	8500,00
2	GOMEZ FERNANDEZ JULIAN	Electricista	1098266282	31/07/1990	3102783982	8400,00
1	JAIMES GUERRERO LEYDER YESID	Mecánico	1007856273	15/09/1998	3223605874	8500,00

AGREGAR RRHH X

Apellidos y Nombres (*)

Asignar Código (*)

Especialidad (*)

DNI

Fecha de Nacimiento

Teléfono

Costo por hora (*)

9.3.8 Stock de Repuestos. Como ya se menciona en este módulo se registran todos los repuestos que tenemos disponibles en stock y se lleva el control de ellos véase figura 41. En cada Orden de trabajo que cerramos se descuenta del stock los repuestos utilizados en esa OT, y de esta manera se mantiene el Stock de repuestos actualizado, evitando quedar sin Stock.

Este módulo cuenta con dos botones uno para agregar los nuevos repuestos e insumos que se van adquiriendo y el otro con el objetivo de ir actualizando el stock de repuestos, para asegurar que a la hora de necesitar un elemento esté disponible. Para cada uno de los repuestos de necesitaran datos como: código, nombre, descripción, stock, unidades, costos, además se muestra la inversión total en stock.

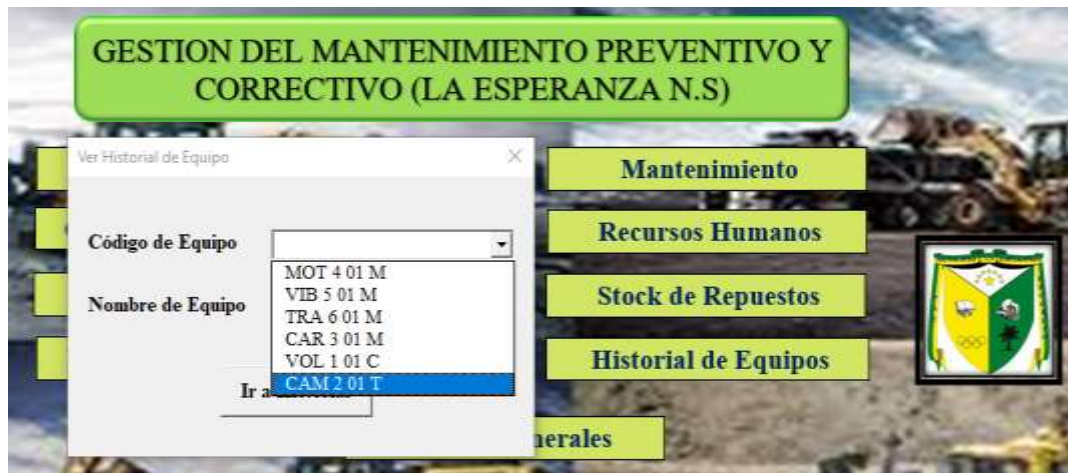
Figura 41. Pantalla módulo Stock de repuestos.

Código	Nombre	Descripción	Stock	Unidad	Costo Unitario	Costo Total	Inversión en Stock	\$
G1	GRASA W	Grasa para lubrificar elementos	1,00	1	\$ 12.000	\$ 12.000		
V1	VALVULA	VALVULA DE MOT	3,00	1	\$ 34.000	\$ 102.000		
F1	FILTRO DEL AIRE	FFILTRO TIPO M	4,00	1	\$ 35.000	\$ 140.000		
L1	ACEITE 20W50	ACEITE PARA EL MOTOR	6,00	1	\$ 23.000	\$ 138.000		

9.3.9 Historial de equipos.

En esta sección cada equipo tiene su propio historial (El nombre de la hoja del historial del equipo es su “Código de Equipo”). Véase figura 42.

Figura 42. Pantalla para ver el historial de cada equipo.



En esta hoja almacena información como (ver figura 43):

- Numero de Orden de trabajo.
- Fecha de inicio de actividad.
- Fecha fin de actividad.
- Hora de inicio de actividad.
- Hora de fin de actividad.
- Duración de la actividad.
- Tipo de Mantenimiento (Preventivo, Correctivo).
- Área encargada del Mantenimiento (Mecánica, Eléctrica, Electrónica ...).
- Técnicos que desarrollaron la actividad.
- Gasto en técnicos para esa actividad.
- Descripción de la actividad.
- Repuestos cambiados.
- Gasto en repuestos cambiados.
- Observaciones.

Figura 43. Registro del historial para cada uno de los equipos.

# OT	Fecha Inicio	Fecha Fin	Hora Inicio	Hora Fin	Duración de Trabajo (horas)	Tipo de Mantenimiento	Área Encargada del Mantenimiento	Técnicos	Gasto en Técnicos
7	17/09/2021	17/09/2021	10:00:00 a. m.	12:00:00 a. m.	2,000	Preventivo	Mecánica	HERNANDEZ ALVAREZ FELIPE	16800,00
3	17/09/2021	17/09/2021	12:00:00 a. m.	12:00:00 a. m.	48,000	Preventivo	Mecánica	GOMEZ FERNANDEZ JULIAN	403200,00
1	17/09/2021	17/09/2021	12:00:00 a. m.	12:00:00 a. m.	72,000	Preventivo	Mecánica	HERNANDEZ ALVAREZ FELIPE	\$ 612.000

10. ANÁLISIS FINANCIERO Y COSTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para la aplicación del plan de mantenimiento es necesario estudiar los costos y beneficios a la cual será sometido la alcaldía del municipio de la Esperanza con la implementación del plan de mantenimiento preventivo y evaluar si es viable la programación de dicho mantenimiento. Para llevar a cabo este análisis es necesario establecer los beneficios esperados dentro de la alcaldía y la comunidad en general.

10.1 BENEFICIOS ESPERADOS

A continuación, se presenta los beneficios considerados dentro del análisis económico.

10.1.1 Beneficios tangibles.

Hacen referencia aquellos que pueden estimarse como una disminución de algún concepto, y que de acuerdo de una metodología puede cuantificarse como:

- Ahorros de costos de mano de obra.
- Ahorros de costos de mantenimiento.
- Disminución de tiempos de reparación.
- Disminución de fallas.
- Aumento de horas trabajadas.

10.1.2 Beneficios intangibles.

Hacen referencia aquellos que están inherentes a la implementación del proyecto sin embargo dependen de apreciaciones subjetivas que no pueden cuantificarse como:

- Incremento de vías terciarias.
- Optimización de actividades de mantenimiento.
- Optimización de tiempos.
- Programación adecuada del mantenimiento preventivo.
- Mejoramiento de la imagen de la alcaldía.

En este apartado se analizan los beneficios tangibles que pueden generarse al implementar el plan de mantenimiento, se estudian los gastos de antes y después de la ejecución del programa. Primero se presenta los costos de mantenimiento (anual) de toda la maquinaria pesada del municipio de la esperanza del año 2020/2021, posteriormente se da a conocer los gastos generados con la implementación de plan de mantenimiento preventivo (repuestos, mano de obra, insumos, etc.).

Además de esto se presenta el personal que se debe tener en cuenta para la realización de dichas actividades de mantenimiento y sus salarios, debido a que estos deben ir incluidos en el presupuesto anual de ejecución del plan de mantenimiento. Por último, se realiza una comparación y análisis económico de los gastos totales presentados, con el objetivo de observar la viabilidad de aprobar y ejecutar el proyecto descrito.

10.2 COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA MAQUINARIA PESADA 2020/2021

En la tabla 32 se presentas los gastos y costos relacionados al mantenimiento de toda la maquinaria pesada del municipio de la Esperanza desde el mes de agosto del 2020 hasta agosto del 2021, estos datos fueron adquiridos por la alcaldía y pueden ser consultados en la página SECOP 1 del gobierno nacional.

Tabla 33. Gastos de mantenimiento correctivo anual de la maquinaria pesada.

FECHA DE PROCESO	DESCRIPCIÓN	VALOR
25/08/2021	COMPRA DE REPUESTOS PARA VOLQUETA Y CARGADOR PROPIEDAD DEL MUNICIPIO LA ESPERANZA NORTE DE SANTANDER	\$ 24.910.000
06/08/2021	ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS PARA MAQUINARIA AMARILLA DEL MUNICIPIO LA ESPERANZA, NORTE DE SANTANDER.	\$ 24.999.000
09/06/2021	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REPUESTOS Y HERRAMIENTAS PARA MAQUINARIA AMARILLA DEL MUNICIPIO LA ESPERANZA, NORTE DE SANTANDER	\$ 17.890.577
10/05/2021	COMPRA E INSTALACIÓN DE REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ELEMENTOS PARA MAQUINARIA DEL MUNICIPIO LA ESPERANZA, NORTE DE SANTANDER	\$ 24.973.849
03/03/2021	ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE REPUESTOS Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA DEL MUNICIPIO LA ESPERANZA, NORTE DE SANTANDER	\$ 16.882.150
16/02/2021	SUMINISTRO DE ACEITES, LUBRICANTES Y REPUESTOS PARA EL MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA AMARILLA DEL MUNICIPIO LA ESPERANZA, NORTE DE SANTANDER.	\$ 24.295.000
12/01/2021	ADQUISICIÓN DE LLANTAS PARA LA MAQUINARIA DEL MUNICIPIO LA ESPERANZA, NORTE DE SANTANDER	\$ 24.000.000
30/12/2020	REPARACIÓN, MANTENIMIENTO Y SUMINISTRO DE REPUESTOS PARA LA MAQUINARIA AMARILLA DEL MUNICIPIO LA ESPERANZA, NORTE DE SANTANDER	\$ 110.000.000
21/12/2020	SUMINISTRO DE ACEITES Y LUBRICANTES PARA LA MAQUINARIA AMARILLA, Y LLANTAS PARA LA MOTONIVELADORA Y VOLQUETA DEL MUNICIPIO LA ESPERANZA, NORTE DE SANTANDER	\$ 23.937.500
06/08/2020	SUMINISTRO DE ACEITES Y LUBRICANTES PARA LA MAQUINARIA AMARILLA, Y LLANTAS PARA LA MOTONIVELADORA DEL MUNICIPIO LA ESPERANZA, NORTE DE SANTANDER	\$ 20.937.500
GASTO TOTAL EN LA REPARACIÓN DE LA MAQUINARIA PESADA 2020/2021		\$ 312.825.576

10.3 COSTOS Y GASTOS DE LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS PARA CADA UNA DE LAS MAQUINAS DE MUNICIPIO DE LA ESPERANZA.

A continuación, se presentan los gastos para cada una de los equipos de la alcaldía generados por la implementación de los planes de mantenimiento elaborados, los valores descritos para los repuestos en cada uno de las tablas son aproximados y se obtuvieron de un almacén de repuestos para maquinaria amarilla ubicado en la ciudad de Bucaramanga.

Tabla 34. Costo de mantenimiento preventivo anual de la motoniveladora.

COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL MOTONIVELADORA RG140.B					
ÍTEM	No. INTERVENCIONES AL AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD GALONES	VALOR (X GALÓN)	VALOR TOTAL
1	3	ACEITE CARTER DEL MOTOR	6	\$ 71.600	\$ 1.288.800
2	3	ACEITE DEL MOTOR	6	\$ 63.900	\$ 1.150.200
3	2	ACEITE DE TRASMISIÓN	7	\$ 63.900	\$ 894.600
4	2	ACEITE DEL TÁNDEM	16	\$ 63.900	\$ 2.044.800
5	1	ACEITE DEL SISTEMA HIDRÁULICO	42	\$ 49.900	\$ 2.095.800
6	1	ACEITE CARCASA EJE TRASERO	8	\$ 63.900	\$ 511.200
7	1	REFRIGERANTE	7	\$ 68.500	\$ 479.500
TOTAL					\$ 8.464.900
ÍTEM	No. INTERVENCIONES AL AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNID	VALOR TOTAL
8	4	FILTRO DE ACEITE DEL BLOQUE DEL DIFERENCIAL	1	\$ 63.200	\$ 252.800
9	3	FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	\$ 61.800	\$ 185.400
10	3	FILTRO SEPARADOR DE AGUA	1	\$ 125.000	\$ 375.000
11	3	FILTRO DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	1	\$ 283.000	\$ 849.000

Continuación Tabla 33.
Costo de mantenimiento preventivo anual de la motoniveladora.

12	3	FILTRO DEL DEPOSITO HIDRÁULICO	1	\$ 283.000	\$ 849.000
13	3	FILTRO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	1	\$ 134.000	\$ 402.000
14	1	LLANTAS	4	\$ 1.800.000	\$ 7.200.000
15	1	CAJA DEL TÁNDEM	1	\$ 340.000	\$ 340.000
16	1	JUEGO DE CUCHILLAS CON ESQUINERAS Y TORNILLERÍA	2	\$ 655.000	\$ 1.310.000
17	1	GRASA (KILOS)	4	\$ 16.000	\$ 64.000
18	1	BATERÍAS 40 H 12V 120amp	2	\$ 510.000	\$ 1.020.000
19	1	MANTENIMIENTO GENERAL (TODOS LOS SISTEMAS)	1	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000
20	1	SUMINISTROS, REPUESTOS, REPARACIONES E IMPREVISTOS	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
TOTAL					\$ 19.847.200
COSTO DEL MANTENIMIENTO ANUAL MOTONIVELADORA					\$ 28.312.100

*Suministros, calidades, cantidades según las especificaciones del fabricante, manual de operación, mantenimiento y diagnósticos técnicos. Se deben realizar mediante las Ordenes de Trabajo del encargado de mantenimiento o supervisor.

Tabla 35. Costo del mantenimiento preventivo anual de la vibro compactadora.

COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL VIBRO COMPACTADORA VM75 JCB					
ÍTEM	No. INTERVENCIONES AL AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD GALONES	VALOR (X GALÓN)	VALOR TOTAL
1	4	ACEITE DE CAJA REDUCTORA	3	\$ 63.900	\$ 766.800
2	2	ACEITE HIDRÁULICO	17	\$ 49.900	\$ 1.696.600
3	2	ACEITE DEL MOTOR	5	\$ 63.900	\$ 639.000
4	1	REFRIGERANTE	4	\$ 68.500	\$ 274.000
TOTAL					\$ 3.376.400

Continuación Tabla 34.
Costo del mantenimiento preventivo anual de la vibro compactadora.

ÍTEM	No. INTERVENCIONES AL AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR	VALOR TOTAL
5	2	FILTRO ACEITE HIDRÁULICO	1	\$ 138.000	\$ 276.000
6	2	FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	\$ 77.990	\$ 155.980
7	2	FILTRO ACEITE DEL MOTOR	1	\$ 34.900	\$ 69.800
8	2	FILTRO DEL AIRE PRIMARIO	1	\$ 144.000	\$ 288.000
9	1	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	1	\$ 139.000	\$ 139.000
10	1	BATERÍAS	2	\$ 516.000	\$ 1.032.000
11	1	LLANTAS	2	\$ 800.000	\$ 1.600.000
12	1	JUEGO DE ANILLOS TÓRICOS EN TUBO DE LLENADO DE ACEITE Y VARILLA DE NIVEL	1	\$ 203.000	\$ 203.000
13	1	CORREA DE TRANSMISIÓN FRONTAL DE ACCESORIOS (FEAD)	2	\$ 189.000	\$ 378.000
14	1	GRASA (KILOS)	5	\$ 16.000	\$ 80.000
15	1	MANTENIMIENTO GLOBAL DE TODOS LOS SISTEMAS	1	\$ 6.500.000	\$ 6.500.000
16	1	SUMINISTROS, REPUESTOS, REPARACIONES E IMPREVISTOS	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
				TOTAL	\$ 10.721.780
COSTO DEL MANTENIMIENTO ANUAL DE LA VIBOCOMPACTADORA					\$ 14.098.180

*Suministros, calidades, cantidades según las especificaciones del fabricante, manual de operación, mantenimiento y diagnósticos técnicos. Se deben realizar mediante las Ordenes de Trabajo del encargado de mantenimiento o supervisor.

Tabla 36. Costo del mantenimiento preventivo anual del cargador frontal.

COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL CARGADOR FRONTAL DRESSER 515					
ÍTEM	No. INTERVENCIONES AL AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD GAL	VALOR (X GALÓN)	VALOR TOTAL
1	4	ACEITE DEL MOTOR	7	\$ 63.900	\$ 1.789.200
2	1	ACEITE DEL MANDO DE LA BOMBA	11	\$ 71.641	\$ 788.051
3	2	ACEITE DE TRASMISIÓN	5	\$ 49.900	\$ 499.000
4	1	ACEITE DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN Y FRENOS	6	\$ 84.596	\$ 507.576
5	1	ACEITE DEL SISTEMA HIDRÁULICO	42	\$ 49.900	\$ 2.095.800
6	1	ACEITE DEL DIFERENCIAL	7	\$ 71.641	\$ 501.487
7	1	REFRIGERANTE	9	\$ 68.500	\$ 616.500
				TOTAL	\$ 6.797.614
ÍTEM	No. INTERVENCIONES AL AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNID	VALOR TOTAL
8	2	FILTRO DEL ACEITE DEL MOTOR	1	\$ 66.091	\$ 132.182
9	2	FILTRO DE ACEITE DEL SISTEMA PILOTO	1	\$ 81.952	\$ 163.904
10	2	FILTRO DE DEL DRENAJE DE LA CAJA DE LA BOMBA DE DIRECCIÓN	1	\$ 42.000	\$ 84.000
11	2	FILTRO PRIMARIO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE	1	\$ 72.700	\$ 145.400
12	2	FILTRO DE ACEITE HIDRÁULICO	1	\$ 290.800	\$ 581.600
13	2	FILTRO SECUNDARIO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE	1	\$ 54.999	\$ 109.998
14	2	FILTRO DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	1	\$ 167.871	\$ 335.742
15	1	BATERÍAS	2	\$ 526.000	\$ 1.052.000
16	1	FILTRO DE LA CABINA DE AIRE	2	\$ 72.399	\$ 144.798

Continuación Tabla 35.
Costo del mantenimiento preventivo anual del cargador frontal.

17	1	CILINDRO AUXILIAR DE ARRANQUE CON ÉTER	1	\$ 120.000	\$ 120.000
18	1	CUCHILLA DEL CUCHARON	1	\$ 1.647.000	\$ 1.647.000
19	1	LLANTAS	4	\$ 1.500.000	\$ 6.000.000
20	1	MANTENIMIENTO GLOBAL DE TODOS LOS SISTEMAS	1	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000
21	1	SUMINISTROS, REPUESTOS,	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
22	1	GRASA (KILOS)	6	\$ 16.800	\$ 100.800
TOTAL					\$ 19.617.424
COSTO DEL MANTENIMIENTO ANUAL DEL CARGADOR FRONTAL DRESSER					\$ 26.415.038

Continuación Tabla 35.
Costo del mantenimiento preventivo anual del cargador frontal.

*Suministros, calidades, cantidades según las especificaciones del fabricante, manual de operación, mantenimiento y diagnósticos técnicos. Se deben realizar mediante las Ordenes de Trabajo del encargado de mantenimiento o supervisor.

Tabla 37. Costo del mantenimiento preventivo anual de la volqueta FVR.

COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL VOLQUETA FVR					
ÍTEM	No. INTERVENCIONES AL AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR (X GALÓN)	VALOR TOTAL
1	5	ACEITE DEL MOTOR	4	\$ 63.900	\$ 1.278.000
2	2	ACEITE DE LA CAJA DE VELOCIDADES (ISUZU)	4	\$ 71.600	\$ 572.800
3	2	ACEITE DEL ENGRANAJE DEL DIFERENCIAL TRASERO	5	\$ 71.600	\$ 716.000
4	1	REFRIGERANTE	3	\$ 68.500	\$ 205.500
TOTAL					\$ 2.772.300

Continuación Tabla 36.
Costo del mantenimiento preventivo anual de la volqueta FVR.

ÍTEM	No. INTERVENCIONES AL AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNID	VALOR TOTAL
5	2	FILTRO PRINCIPAL DEL ACEITE DEL MOTOR	2	\$ 56.976	\$ 227.904
6	2	FILTRO DEL AIRE	1	\$ 89.999	\$ 179.998
7	2	FILTRO DE COMBUSTIBLE	2	\$ 52.872	\$ 211.488
8	1	FILTRO DE TRAMPA DE COMBUSTIBLE CON SEPARADOR DE AGUA	1	\$ 79.300	\$ 79.300
9	1	SELLOS DE CAUCHO DE LA VÁLVULA DE HSA	4	\$ 11.259	\$ 45.036
10	1	BATERÍAS 30H 12V 120 A	2	\$ 324.000	\$ 648.000
11	1	GRASA CUBOS RUEDA (DELANTEROS TRASEROS) (KILOS)	5	\$ 16.000	\$ 80.000
12	1	LLANTAS	6	\$ 650.000	\$ 3.900.000
13	1	MANTENIMIENTO GLOBAL DE TODOS LOS SISTEMAS	1	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
14	1	SUMINISTRO, REPUESTOS, REPARACIONES IMPREVISTAS	1	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000
				TOTAL	\$ 12.171.726
COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL DE LA VOLQUETA FVR					\$ 14.944.026

*Suministros, calidades, cantidades según las especificaciones del fabricante, manual de operación, mantenimiento y diagnósticos técnicos. Se deben realizar mediante las Ordenes de Trabajo del encargado de mantenimiento o supervisor.

Tabla 38. Costo de mantenimiento preventivo anual del tractor de cadenas.

COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL TRACTOR DE CADENAS D5K2XL					
ÍTEM	No. INTERVENCIONES AL AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD GAL	VALOR (X GALÓN)	VALOR TOTAL
1	4	ACEITE DEL MOTOR	6	\$ 63.900	\$ 1.533.600
2	2	ACEITE HIDRÁULICO	28	\$ 49.900	\$ 2.794.400
3	2	ACEITE DE TRANSMISIÓN	9	\$ 63.900	\$ 1.150.200
4	1	REFRIGERANTE	8	\$ 68.500	\$ 548.000
				TOTAL	\$ 6.026.200
ÍTEM	No. INTERVENCIONES AL AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNID	VALOR TOTAL
5	2	FILTRO DEL ACEITE HIDRÁULICO	1	\$ 82.700	\$ 165.400
6	4	FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	\$ 63.000	\$ 252.000
7	2	FILTRO ACEITE DEL MOTOR	2	\$ 243.000	\$ 972.000
8	3	FILTRO SECUNDARIO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE	1	\$ 126.000	\$ 378.000
9	3	SEPARADOR DE AGUA DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE	1	\$ 125.000	\$ 375.000
10	1	DÁMPER	1	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
11	1	FILTRO DEL AIRE PRIMARIO	1	\$ 276.000	\$ 276.000
12	1	FILTRO DEL AIRE SECUNDARIO	1	\$ 15.300	\$ 15.300
13	1	CORREAS DEL ALTERNADOR Y DEL VENTILADOR	1	\$ 92.000	\$ 92.000
14	1	JUEGO DE CUCHILLAS	1	\$ 2.547.000	\$ 2.547.000
15	1	GRASA (KILOS)	7	\$ 16.000	\$ 112.000
16	1	MANTENIMIENTO GLOBAL DE TODOS LOS SISTEMAS	1	\$ 7.000.000	\$ 7.000.000
17	1	SUMINISTRO, REPUESTOS, REPARACIONES IMPREVISTAS	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
				TOTAL	\$ 15.884.700

Continuación Tabla 37
Costo de mantenimiento preventivo anual del tractor de cadenas.

COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL TRACTOR DE CADENAS D5K2XL	\$ 21.910.900
--	---------------

*Suministros, calidades, cantidades según las especificaciones del fabricante, manual de operación, mantenimiento y diagnósticos técnicos. Se deben realizar mediante las Ordenes de Trabajo del encargado de mantenimiento o supervisor.

Tabla 39. Costo de mantenimiento preventivo anual cama baja tipo zorra

COSTO DE MANTENIMIENTO CAMA BAJA TIPO ZORRA					
ÍTEM	No. INTERVENCIÓN ES AL AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNID	VALOR TOTAL
1	1	BUJES DE GOMA ALINEAMIENTO DE LOS EJES	4	\$ 8.000	\$ 32.000
2	1	BALATAS DE TODOS LOS FRENOS	4	\$ 16.000	\$ 64.000
3	1	RESORTES DE LAS ZAPATAS DE FRENOS	2	\$ 32.000	\$ 64.000
4	1	NEUMÁTICOS	4	\$ 280.000	\$ 1.120.000
5	1	SOPORTE DE MUELLES	2	\$ 78.000	\$ 156.000
6	1	GRASA DE LOS RODAMIENTOS (KILOS)	3	\$ 16.000	\$ 48.000
7	1	SUMINISTRO, REPUESTOS, REPARACIONES IMPREVISTAS	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
TOTAL					\$ 2.484.000
COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL CAMA BAJA TIPO ZORRA					\$ 2.484.000

*Suministros, calidades, cantidades según las especificaciones del fabricante, manual de operación, mantenimiento y diagnósticos técnicos. Se deben realizar mediante las Ordenes de Trabajo del encargado de mantenimiento o supervisor.

Posterior a realizar este estudio se obtiene un costo total de mantenimiento preventivo para maquinaria del municipio de la Esperanza de (véase tabla 39):

Tabla 40. Costo total de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada.

MAQUINA O EQUIPO	COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL	
MOTONIVELADORA RG140.B	\$	28.312.100
VIBROCOMPACTADORA VM75 JCB	\$	14.098.180
CARGADOR FRONTAL DRESSER 515	\$	26.415.038
VOLQUETA FVR	\$	14.944.026
TRACTOR DE CADENAS D5K2XL	\$	21.910.900
CAMA BAJA TIPO ZORRA	\$	2.484.000
COSTO TOTAL	\$	108.164.244

10.4 COSTO DE MANO DE OBRA

En la tabla 40 se presenta los gastos correspondientes a la mano de obra necesaria para realizar las respectivas actividades de mantenimiento, además, se da a conocer el personal necesario para dichas tareas.

Tabla 41. Costos mano de obra para el mantenimiento de la maquinaria.

CANT.	PERSONAL	VALOR MENSUAL	CANT. MESES	VALOR PARCIAL
1	ING. MECÁNICO	\$ 2.896.000	12	\$ 34.752.000
1	TÉCNICO MECÁNICO	\$ 1.750.000	12	\$ 21.000.000
1	TÉCNICO ELÉCTRICO	\$ 1.750.000	12	\$ 21.000.000
2	AUXILIAR DE MANTENIMIENTO	\$ 908.526	12	\$ 21.804.624
TOTAL				\$ 98.556.624

10.5 COSTO TOTAL ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para el costo total del mantenimiento preventivo anual de la maquinaria pesada de la alcaldía de la Esperanza se sumaron los costos de mantenimiento y costos de mano de obra anteriormente calculados (véase tabla 41).

Tabla 42. Costo total anual de mantenimiento preventivo.

DESCRIPCIÓN	VALOR DE COSTOS	
COSTO DE MANO DE OBRA	\$	98.556.624
MANTENIMIENTO TOTAL A LA MAQUINARIA PESADA	\$	108.164.244
GASTO TOTAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	\$	206.720.868

10.6 COMPARACIÓN ENTRE LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Figura 44. Comparación.

COSTOS DE REPARACIONES Y MANTENIMIENTO CORRECTIVO	\$	312.825.576
COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	\$	206.720.868

DIFERENCIA \$ 106.104.708

Al realizar la comparación de las dos realidades, costos totales de reparaciones y mantenimiento correctivo y costos de implementación del mantenimiento preventivo se muestra que los costos de mantenimiento anual disminuirán aproximadamente en \$106.000.000, permitiendo optimizar los tiempos de parada de la maquinas, aumentando la disponibilidad de los equipos y sobre todo mejorando la vida de la comunidad en general.

11. INDICADORES DE GESTIÓN

Cuando se habla del término indicador se habla esencialmente de datos cuantitativos que permiten dar veracidad de cómo se encuentran las cosas en relación con algún aspecto. Los indicadores suelen ser medidas, hechos, número u opiniones que caractericen el estado o situaciones específicas, es decir los indicadores son un instrumento de medición de las variables asociadas a las metas y objetivos propuestos en una determinada área. Con los resultados obtenidos se pretende planear nuevas herramientas y soluciones que ayuden al cumplimiento de las metas propuestas²⁵.

Para un buen funcionamiento de un plan de mantenimiento es fundamental la aplicación de los indicadores de gestión, estos permitirán evaluar la eficiencia del mantenimiento, los recursos y desempeño de la empresa.

Con el objetivo de calificar de una manera objetiva el rendimiento del plan de mantenimiento preventivo aplicado a la maquinaria pesada del municipio de Esperanza es necesario la aplicación de los indicadores descritos en este apartado, estos indicadores se basan en la información recolectada del diagnóstico del área de mantenimiento.

Los indicadores de mantenimiento se caracterizan por suministrar los elementos necesarios para el estudio de las actividades en cuestión, identifica los factores claves en el mantenimiento y la toma de decisiones. Deben establecer un registro continuo que permita el cálculo periódicamente y facilite la toma de acciones oportunas.

²⁵ ORTEGA LORA, Miguel Ernesto; VERONA ORTEGA, Erick. Implementación de indicadores de mantenimiento en el taller Industrial Adife LTDA. 2004.

Los indicadores deben estar integrados y ser interdependientes con el objetivo de facilitar una vista general acerca de los objetivos del área. Un indicador de gestión debe ser²⁶:

- **Sensible:** Capaz de captar los cambios ocurridos en la situación.
- **Específico:** Aplicable solo a la situación de que se trata, claros de entender y calcular.
- **Objetivo:** el resultado debe ser el mismo cuando la medición del indicador es hecha tos. En circunstancias análogas.
- **Útil:** agregar valor al proceso de toma de decisiones, pocos, pero suficientes para analizar la gestión.

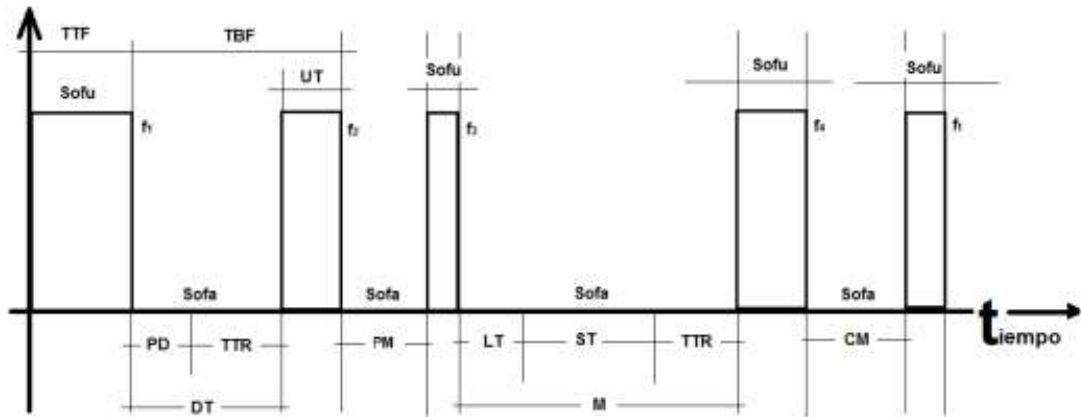
Las actividades técnicas y operacionales desarrolladas por el área encargada hacen parte de la gestión operativa de mantenimiento e inciden en el buen funcionamiento del plan de mantenimiento. A continuación, se describen los 3 indicadores que permitirán medir estos aspectos (Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad) y su incidencia en la toma de decisiones dentro del área de mantenimiento.

Primero se detallan las convenciones, siglas y tiempos importantes que se utilizan en el cálculo de los indicadores de mantenimiento confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad²⁷. Véase figura 45.

²⁶ LINARES LIBREROS, Julian Andres; Modelo de indicadores de mantenimiento y gestión para empresas de transporte. 2012.

²⁷ SEXTO, Luis Felipe. Confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. 2008.

Figura 45. Siglas y nomenclaturas para el cálculo de los indicadores de la gestión del mantenimiento.



Fuente: PUPO MALABET, Ivan Enrique. Estrategias de mantenimiento y operación en línea de trituración y apilamiento cerro matoso s.a. motelibano-colombia, desde el análisis de confiabilidad mantenibilidad y disponibilidad alcanzada, Medellín. 2014.

TTF: Tiempo hasta fallar.

TBF: Tiempo entre fallas.

UT: Tiempo útil en que el equipo funciona correctamente.

DT: Tiempo no operativo.

Fi: falla i-esima

TTR: Tiempo que demora la reparación.

CM: Tiempo que demora la reparación correctiva.

PM: Tiempo de mantenimientos planeados.

NTTR: Tiempo neto para reparar.

ST: Tiempo de entrega de repuestos insumos recursos humanos

Sofu: Estado de funcionalidad normal

Sofa: estado de falla.

Ai: mantenimiento i-nesimo planeado

11.1 CONFIABILIDAD

Se conoce como la capacidad de un elemento o máquina para realizar una función detallada en determinadas condiciones para un intervalo de tiempo determinado, es decir la probabilidad de que un equipo no falle estando en servicio durante un periodo de tiempo en condiciones estables.

La confiabilidad de un equipo se puede calcular de la siguiente manera.

$$C = \frac{\sum UT}{Fi} \quad (1)$$

Este índice se puede hallar por medio del tiempo el cual opera la máquina y el número de fallas ocurridas.

11.2 MANTENIBILIDAD

Es la probabilidad de que un elemento o equipo pueda ser restaurado a una condición operacional satisfactoria dentro de un periodo de tiempo dado cuando su mantenimiento es realizado de acuerdo a procedimientos establecidos. Un equipo con alta mantenibilidad es fácil de mantener y reparar con el mínimo requerimiento de mantenimiento para operar de manera confiable.

La confiabilidad de un equipo se puede calcular de la siguiente manera.

$$M = \frac{\sum DT}{Ai} \quad (2)$$

Con este indicador se permite programar las actividades de mantenimiento y los tiempos de parada

11.3 DISPONIBILIDAD

Es la probabilidad de que un equipo esté en condiciones de desarrollar la tarea asignada para la cual fue diseñado. Este indicador depende de cuan frecuente se producen los fallos en determinado tiempo y condiciones (confiabilidad) y de cuánto tiempo es necesario para reparar la avería (mantenibilidad).

La Disponibilidad media de un equipo se puede calcular de la siguiente manera.

$$DM = \frac{\frac{\sum UT}{Fi}}{\frac{\sum UT}{Fi} + \frac{\sum DT}{Ai}} \quad (3)$$

12. RECOMENDACIONES

- Una vez finalizado el proyecto, se sugiere a la alcaldía de la Esperanza implementar el plan de mantenimiento preventivo de manera progresiva, así como su mejora continua en cada de las actividades descritas, con objetivo de aumentar la productividad de las máquinas y avanzar a la etapa siguiente de mantenimiento predictivo.
- Se recomienda que los documentos e información técnica de cada uno de los vehículos de la alcaldía y para el cual se le realizo el programa de mantenimiento preventivo estén a la mano de los operarios y técnicos que hagan parte de los recursos humanos de la alcaldía, con el objetivo de registrar todas las actividades realizadas a la maquinaria.
- Otra recomendación importante, es que el personal técnico perteneciente a la alcaldía o las contrataciones que se hagan externas cuenten con la capacitación necesaria para la intervención de dichas máquinas, esto con el objetivo de ir creando un área específica de recursos humanos dentro de la alcaldía.
- Para la realización de dicho programá de mantenimiento preventivo, se sugiere tener un stock de repuestos de desgaste proyectado a 12 meses como filtros, lubricantes, fluidos, etc., con el cual se podrán realizar las tareas de mantenimiento con mayor eficiencia.
- La utilización del sistema de información (Programa en Excel) contribuirá con la eficiencia y eficacia de programa de mantenimiento preventivo, por eso se sugiere su utilización continua en cada una de las actividades realizadas a la maquinaria pesada del municipio de la Esperanza.

13. CONCLUSIONES

- Se realizó un diagnóstico del área de mantenimiento de la alcaldía del municipio de la Esperanza como partida a la elaboración de este proyecto, y se diseñó un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada basado en las necesidades de las mismas, además, cumpliendo con los objetivos del presente proyecto.
- Al finalizar este proyecto se evalúa el estado de toda la maquinaria correspondiente al municipio de la Esperanza notando el deterioro de algunas máquinas debido a que no se ha realizado el correcto uso y un plan de mantenimiento. Con la estandarización de las hojas de vida de la maquinaria obtenemos una base para realizar un plan de mantenimiento para mejorar la gestión de los activos.
- En su mayoría, todas las máquinas de la alcaldía de municipio de la Esperanza se hallaron sin codificación y sin documentación técnica, se realizó una estandarización de fichas técnicas según la norma ISO 14224 así como la codificación alfanumérica teniendo en cuenta el tipo de vehículo, grupo y número de maquinaria.
- Según el estudio de la información del área de mantenimiento y del procedimiento que se le venían realizando a la maquinaria se elaboraron los diferentes formatos de mantenimiento como: Orden de Trabajo, Orden de Servicio, inventario preoperacional y registro de actividades de mantenimiento (correctivo, preventivo).
- Se logró diseñar un plan de mantenimiento preventivo para 6 máquinas pertenecientes al municipio, con el fin de mejorar y mantener en un buen funcionamiento la maquinaria actual del municipio de la Esperanza, esto con

objetivo de aumentar la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de la maquinaria, contribuyendo con el desarrollo social y económico de la región

- Toda la documentación e información recolectada como: información técnica, formatos operativos, actividades de mantenimiento, recursos humanos, repuestos e historiales de cada una de las maquinas se encuentran en el sistema de información (Programa en Excel) que es de vital importancia para la implementación del plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada del municipio de la Esperanza.
- El sistema de información en Excel permitirá el control detallado de las actividades de mantenimiento programado su ejecución y efecto en el buen funcionamiento de la maquinaria.
- Este nuevo modelo de mantenimiento mejora la eficiencia y disponibilidad tanto a la maquinaria como al servicio que prestan, según el análisis financiero realizado el proyecto es rentable económicamente, es un proyecto viable principalmente responsable, eficiente y competitivo para la alcaldía.

BIBLIOGRAFÍA

ABELLA, Maria Belen. Mantenimiento industrial. 2007, 7 p.

CHARRAY, CARLOS. Mantenimiento Predictivo: una técnica que reduce o elimina averías inesperadas. *DYNA*, 2000. vol. 75, no 1, 28-34, p.

Estudios de la Necesidades formativas en el Área de Mantenimiento Preventivo Industrial. Andalucía. II Acuerdo de Formación Continua y del Fondo Social Europeo. 1999, 18-22 p.

GARCÍA GARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento: manual práctico para la implementación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial. [Sitio web]. España: 2003. 297 p. [Consultado el 26 de julio de 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/41042547/Organizacion_y_gestion_integral_de_mante

GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Francisco Javier. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. 2 ed. Madrid España. 2005. 575 p. [Consultado el 20 de octubre de 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/42058714/Teor%C3%ADa_y_Pr%C3%A1ctica_del_Mantenimiento_Industrial_Avanzado.

HERNÁNDEZ CRUZ, V. Plan De Mantenimiento Preventivo Para La Maquinaria Pesada En Funcionamiento De La Zona Vial No. 14, Dirección General De Caminos, Salamá, Baja Verapaz. Trabajo de grado. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2010. 44, p. Disponible en internet: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0641_M.pdf [Recuperado 20 ago. 2021].

INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Petroleum, petrochemical and natural gas industries Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. ISO 14224 Third edition. Switzerland. 2016. 280 p. [Consultado: 12 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.borhanjooyan.com/DL/ISO-14224-2016.pdf>

KNEZEVIC, J. Reliability and Maintenance: Fundamentals, Lecture Notes, School of Engineering, University of Exeter, Inglaterra, 1990.

LEVITT, Joel y NYMAN, Don. Maintenance Planning, Scheduling & Coordination. New York. 2006. 84 p. ISBN: 0-8311-3143-8.

LINARES LIBREROS, Julian Andres; Modelo de indicadores de mantenimiento y gestión para empresas de transporte. 2012.

MORA, Luis Alberto. Mantenimiento-planeación, ejecución y control. Alfaomega Grupo Editor, 2009.

ÑAÑEZ ORTEGA, Martin Audelo. Organización y Sistematización del Departamento de Mantenimiento en la planta de Solla S.A. Bucaramanga. 1999, 64 p.

ORTEGA LORA, Miguel Ernesto; VERONA ORTEGA, Erick. Implementación de indicadores de mantenimiento en el taller Industrial Adife LTDA. 2004.

PALMER, Richard D. Maintenance Planning and Scheduling Handbook. 2 ed. United States of America: McGraw-Hill. 2006. 861 p.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. [Sitio web]. [Consulta: 19 de junio 2020]. Disponible en: <https://dle.rae.es/mantenimiento>

SACRISTÁN REY, Francisco. Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo. 2014. 12 p. [Consultado el 26 de julio de 2021].

SANABRIA CANCELADO, Héctor Ricardo y HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, Harley David. Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la gobernación de Casanare. Trabajo de grado. Bucaramanga, Santander: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Mecánica, 2011.

SEXTO, Luis Felipe. Confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. 2008.

USCÁTEGUI CRISTANCHO, Paola Juliana. Propuesta de mejoramiento de gestión de mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos en la empresa petrosantander Colombia (INC). Trabajo de grado. Bucaramanga, Santander: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Mecánica, 1990.

VALDIVIESO TORRES, Juan Carlos. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A. Trabajo de grado. Bucaramanga, Santander: Universidad Politécnica salesiana, 2010.

ANEXOS

Anexo A. Fichas técnicas de la maquina

Vibro compactadora JCB VM 75

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
NOMBRE DE LA EMPRESA: ALCALDÍA DE LA ESPERANZA							
MAQUINA-EQUIPO		VIBRO COMPACTADORA		UBICACIÓN		Corregimiento de san pablo	
FABRICANTE		JCB		FECHA DE COMPRA		20/06/2017	
MODELO		VM75		CÓDIGO DE INVENTARIO		EPM-SI-NIV-VI01	
SERIE CHASIS		PUNVM075T02901598					
MARCA		JCB					
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
PESO	7660 kg	CILINDRAJE	4399cm ³	RPM	2200	VELOCIDAD	11 km/h
MOTOR	JCB DIESEL MAX 63TC	POTENCIA		84 HP	RENDIMIENTO MOTOR		63 KW
DIMENSIONES (largo x alto x ancho)				4887mm x 2845 mm x 1810 mm			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MAQUINA O EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> Tipo de inyección mecánica Transmisión hidrostática Fuerza centrífuga 138 KN Diámetro del rodillo 1220 mm Carga lineal estática 20,6 kg/cm Dispositivo de arranque: motor eléctrico Tracción 2 llantas más rodillos Cabina cerrada A/A+ROPS/FOPS Ancho de trabajo de rodillo 1750 mm Profundidad de compactación 62 cm Velocidad de funcionamiento 6.9 km/h Pendiente admisible 60% 							
<p>FUNCIONAMIENTO</p> <p>mediante un motor de combustión se genera impacto vibratorio sostenido. Los impactos consecutivos de su superficie plana actúan verticalmente sobre el suelo logrando la eliminación de espacios y una compactación uniforme de sus partículas sólidas.</p>							
				<p>OBSERVACIONES DE MANTENIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> No se deben excederse los intervalos indicados en el programa. Si se maneja la maquina en condiciones severas (alta temperatura, polvo, agua, etc), acorte los intervalos. El mantenimiento debe efectuarse a los intervalos horarios o del calendario, lo que antes ocurra. 			
Elaborador por:		Leyder Yesid Jaimes G		Aprobado por:			
Fecha:		28/05/2021		Fecha:			

Anexo B. Tractor de cadenas D5K2 XL

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
NOMBRE DE LA EMPRESA: ALCALDÍA DE LA ESPERANZA							
MAQUINA-EQUIPO		TRACTOR DE CADENAS		UBICACIÓN		Corregimiento la Pedregosa	
FABRICANTE		CATERPILLAR		FECHA DE COMPRA		04/07/2017	
MODELO		D5K2 XL 2017		CÓDIGO DE INVENTARIO		EPM-SI-EXR-TC01	
SERIE		CAT00D5KEWT302200					
MARCA		CAT					
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
PESO	12045 kg	CILINDRAJE	4400 cm ³	RPM	1900	TIPO DE HOJA	PAT
MOTOR	C4.4 ACERT		POTENCIA	100 HP	PRESIÓN MAX		20600 KPa
DIMENSIONES sin accesorios (largo x ancho x alto)				4320 mm x 2920 mm x 2770 mm			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MAQUINA O EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> Transmisión hidrostática. Numero de cilindros 4. Velocidad máxima hacia adelante 9 km/h. Velocidad máxima marcha atrás 10 km/h. Volumen de la cuchilla 2,2 m³. Angulo de la cuchilla en ambas direcciones 25 grados. Profundidad de corte 586 mm. Tensión de funcionamiento 12 V. Amperaje del generador 120 A. Presión específica sobre el suelo 39,1 KPa. Numero de zapatas 80. Tamaño de una zapata estándar 510 mm. Ancho de vía 1600 mm. Longitud, anchura y altura de transporte (4340 mm X 2060 mm X 2780 mm) Dimensiones de la cuchilla (ancho x alto) 2886 mm X 1050 mm. 							
Elaborador por:		Leyder Yesid Jaimes G		Aprobado por:			
Fecha:		28/05/2021		Fecha:			

Anexo C. Cargador frontal DRESSER 515

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
NOMBRE DE LA EMPRESA: ALCALDÍA DE LA ESPERANZA							
MAQUINA-EQUIPO		CARGADOR FRONTAL		UBICACIÓN		Vereda 20 de Julio	
FABRICANTE		IHC		FECHA DE COMPRA		Adquirido en 1994	
MODELO		DRESSER 515		CÓDIGO DE INVENTARIO		EPM-SI-EXR-CF01	
SERIE CHASIS		OKH CAL-6010261					
MARCA		INTERNATIONAL					
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
PESO	10360 kg	CILINDRAJE	6400 cm ³	RPM	2200	VELOCIDAD	38.5 km/h
MOTOR	D359 DEUTZ		POTENCIA	57.4 KW	RENDIMIENTO MOTOR		91 KW
DIMENSIONES (largo x alto x ancho)				6650 mm x 3160 mm x 2500 mm			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MAQUINA O EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> Tipo de dirección KL Trasmisión tipo powershift Neumáticos estándar 20-24 Capacidad de la pala min 2 m³ Radio de torneado exterior 5790 mm Altura de vertido máx. 3600 mm Altura de transporte 3150 mm Configuración de eje 4x4 Numero de ejes 2 Propulsión Wheel Estructura antivuelco incluida Numero de velocidades 4 hacia adelante 							
<p>FUNCIONAMIENTO</p> <p>El cargador frontal es un tractor, montado en orugas o en ruedas, que tiene una cuchara de gran tamaño en su extremo frontal. Son equipos de carga, acarreo y eventualmente excavación en el caso de acarreo en distancias cortas. utilizado específicamente en la construcción de edificios, minería, carreteras, autopistas, túneles, presas hidráulicas para cargar camiones con materiales (piedra, arena, tierra, y otros).</p>				<p>OBSERVACIONES DE MANTENIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> Utilizar el aceite y los filtros diseñados para el motor especificado. Ser puntual en los cambios o reposiciones especificados en el manual de operación. 			
Elaborador por:		Leyder Yesid Jaimes G		Aprobado por:			
Fecha:		28/05/2021		Fecha:			


Anexo D. Volqueta ODR 089 Chevrolet

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
NOMBRE DE LA EMPRESA: ALCALDÍA DE LA ESPERANZA							
MAQUINA-	VOLQUETA	UBICACIÓN	Corregimiento de san pablo				
FABRICANTE	CHEVROLET	FECHA DE COMPRA	15/12/2012				
MODELO	2012	CÓDIGO DE INVENTARIO	EPM-SI-CAR-VO01				
SERIE CHASIS	9GDFVR347CB038068						
PLACA	ODR 989						
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
PESO (bruto)	17000 kg	CILINDRAJE	7790 cm ³	RPM	2200	EMISIONES	EURO II
MOTOR	6HK1-TCS	POTENCIA	280 HP @ 2400 rpm		NUMERO DE CILINDROS	6	
DIMENSIONES (largo x alto x ancho)				6755 mm x 2815 mm x 2400 mm			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MAQUINA O EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> Inyección directa (Como Rail). Torque (N*m @ RPM) 980 @ 1450. Combustible DIESEL. Capacidad tanque combustible 200 L. Capacidad de carga 11726 kg Transmisión tipo T/M 9 Vel. Tracción 4 x 2. Relación de compresión 17.5. Numero de velocidades 9. Dirección de tornillo sin fin y bolas recirculares asistida hidráulicamente. Dispositivo de arranque: motor eléctrico Amortiguadores hidráulicos de doble acción. Sistema de frenos tipo Mixto-Aire sobre hidráulico ABS. Freno de ahogo sí. 							
<p>FUNCIONAMIENTO</p> <p>Las volquetas son vehículos automóviles que poseen un dispositivo mecánico para volcar la carga que transportan en un cajón que reposa sobre el chasis del vehículo. La composición mecánica de la volqueta depende precisamente del volumen de material que pueda transportar el cajón. Por tal razón, este tipo de maquinaria de carga cumple una función netamente de transporte.</p>				<p>OBSERVACIONES DE MANTENIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> Bajo condiciones extremas se debe aumentar al doble la frecuencia de cada operación de mantenimiento. 			
Elaborador por:	Leyder Yesid Jaimes G	Aprobado por:					
Fecha:	28/05/2021	Fecha:					

Anexo E. Remolque cama baja tipo zorra

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
NOMBRE DE LA EMPRESA: ALCALDÍA DE LA ESPERANZA							
MAQUINA-	CAMA BAJA TIPO ZORRA		UBICACIÓN		Municipio la esperanza		
FABRICANTE	JCB		FECHA DE COMPRA		05/08/2017		
MODELO	VB 91T-7M3		CÓDIGO DE INVENTARIO		EPM-SI-TRA-CM01		
SERIE CHASIS	OP-6244-2475						
MARCA	INDUSTRIAS BUFALO LTDA.						
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
PESO	1200 kg	CAPACIDAD	12000 kg	PLANCHA	Cal.3/8"	PERNO	Holland
ACOPLE	Mecánico		NEUMÁTICOS	24 ½ "	PISO		Madera
DIMENSIONES (largo x alto x ancho)				9000 mm x 2666 mm x 2600			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MAQUINA O EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> Altura a rueda de 48" Suspensión neumática Dos ejes Sistema retráctil en el primer eje tipo new way Sistema eléctrico luces laterales y traseras de posición Gancho para tirón marca Premier 							
FUNCIONAMIENTO Tráiler o plataforma arrastrado por cabeza tractora, carece de ejes delanteros con ruedas gemelas. Compuesto por un chasis que transporta los diferentes equipos y maquinarias en su plataforma de un lugar a otro.				OBSERVACIONES DE MANTENIMIENTO <ul style="list-style-type: none"> Se deben realizar los respectivos mantenimientos propuestos en manual de operación y plan de movimiento preventivo elaborado. 			
Elaborador por:		Leyder Yesid Jaimes G		Aprobado por:			
Fecha:		28/05/2021		Fecha:			

Anexo F. Formato interno de inventario e inspección para la maquinaria y vehículos


FORMATO INTERNO DE INVENTARIO E INSPECCIÓN PREOPERACIONAL PARA MAQUINAS Y VEHÍCULOS					INSPECCIÓN No. _____								
NOMBRE DEL OPERARIO: _____													
MAQUINA: _____					CÓDIGO INV : _____				MARCA: _____				
LUGAR: _____					HORA INICIO: _____				HORA FINALIZACIÓN: _____				
Convenciones					B: Bueno, R: Regular, M: Malo, N/A: No aplica								
1. Sistema eléctrico		ESTADO				3. Accesorios				ESTADO			
		B	R	M	N/A					B	R	M	N/A
a. Luces delanteras altas/bajas						a. Cinturones de seguridad							
b. Luces de parqueo						b. Cojinería/tapetes							
c. Direccionales						c. Puertas							
d. Luces de freno						d. Escaleras/pasamanos							
e. Luces internas (cabina)						e. Placa de vehículo							
f. Pito normal/correcta						f. Espejos							
g. pito de reversa						g. Vidrios							
h. Sistema eléctrico en general						h. Otros							
2. Estado mecánico		B	R	M	N/A	4. Llantas				B	R	M	N/A
a. Motor						a. Labrado de llantas delanteras							
b. Dirección						b. Labrado de llantas traseras							
c. suspensión						c. Estado de rines delanteros y traseros							
d. Encendido						d. Estado de tuercas-grapas aro de seg.							
e. Estado manómetro/indicadores						e. Condición de la llantas en general							
f. Embrague						f. Condición llanta de repuesto							
g. Trasmisión						g. Zapatas							
h. Indicador nivel de combustible													
i. Sistema de refrigeración						5. Documentación del vehículo				B	R	M	N/A
j. Mecanismo de giro (tornamesa)						a. Tarjeta de propiedad							
k. Caja de cambios						b. seguro obligatorio (SOAT)							
l. Frenos de servicio						c. Póliza de automóviles							
ll. Cilindros hidráulicos						d. Certificado de emisión de gases							
m. Amortiguación						e. Certificado de revisión técnico mecánica							
n. Limpia parabrisas						f. Registro nacional de transporte de carga							
ñ. Tubos de escape						g. Registro nacional de transporte de combustible							
o. Carrocería						h. Manual de operación							
p. Ventilador/mangueras/correas						i. Otros							
q. Hojas/muelles													
r. Otras													
VERSIÓN		0.0				PAGINA				1 de 2			

6. Documentación conductor	B	R	M	N/A	8. Equipo de contingencia	B	R	M	N/A
a. Pase de conducción					a. Tela oleofilica/Mat. Absorbente				
b. Cedula de ciudadanía-libreta militar					b. Pica/pala/ balde				
c. Certificado de manejo de defensivo					c. Bolsas industriales				
d. Certificado de manipulación de fluidos					d. Manila/cinta de señalización				
e. Carne de empresa					e. Tuercas/tornillos/arandelas				
f. Carne de EPS y ARP					f. Otros				
g. Análisis de riesgo de operación									
h. Otros									
					9. Seguridad del tanque	B	R	M	N/A
					a. Mangueras				
7. Equipo de seguridad de carreteras	B	R	M	N/A	b. Válvulas				
a. Botiquín de primeros auxilios					c. Accesorios de acoples				
b. Extintor multipropósito					d. Otros				
c. Chaleco, conos, triángulos, tacos, linterna									
e. mecheros									
f. Gato y herramientas					10. Otros	B	R	M	N/A
g. Otros					a. Se presenta fuga de algún fluido				
					b. Aseo del vehículo				
					c. Hay productos incompatibles				
					f. otros				
Conductor:									
Kilometraje (horas de operación):									
CERTIFICO que esta inspección preoperacional fue realizada a conciencia con el propósito de garantizar una operación segura del vehículo									
OBSERVACIONES:									
ENTREGA:					RECIBE:				
CC:					CC:				
VERSIÓN					0.0				
					PAGINA				
					2 de 2				

Anexo G. Formato Orden de Trabajo

FORMATO ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA			
Equipo :		<input type="text" value="CARGADOR FRONTAL"/>	Tipo de Mantenimiento :
Código :		<input type="text" value="CAR 3 01 M"/>	#OT: <input type="text" value="0005"/> Prioridad :
Periodicidad :		<input type="text" value="-"/>	Área Encargada :
Hora de Inicio :		<input type="text"/>	Hora de Finalización :
Fecha de Inicio :		<input type="text" value="17/09/2021"/>	Fecha de Finalización :
Actividad			
LUBRICAR SEGUN LAS NECESIDADES			
Técnicos:			
Código	Nombres	Especialidad	
2	GOMEZ FERNANDEZ JULIAN	Electricista	
Repuestos			
Código	Repuesto	Unidad	Cantidad
G1	GRASA W	1	1
Observaciones			
<hr style="width: 100%; border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> Firma del Responsable		<hr style="width: 100%; border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> Firma del Supervisor	

Anexo I. Formato interno de registro de mantenimiento correctivo

FORMATO INTERNO PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE MAQUINARIA		ORDEN DE TRABAJO No.		VERSIÓN:	
				PAGINA: 1 de 1	
MAQUINA:		MARCA:			
MODELO:		SERIAL:			
PLACA:		CÓDIGO INVENTARIO:			
FECHA:		HORA INICIO:		HORA FINALIZACIÓN :	
TIPO DE AVERÍA:		MECÁNICO <input type="checkbox"/>	ELÉCTRICO <input type="checkbox"/>	ELECTRÓNICO <input type="checkbox"/>	HIDRAULICO <input type="checkbox"/>
RAZON O MOTIVO:					
CAUSA:					
ACCION TOMADA:					
MATERIALES UTILIZADOS					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR	TOTAL		
EQUIPO EN OBSERVACION: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>					
FECHA DE ENTRGA: _____					
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border-top: 1px solid black; width: 40%; text-align: center;">REALIZADO POR</div> <div style="border-top: 1px solid black; width: 40%; text-align: center;">REVISADO POR</div> </div>					

**Anexo J. Plan de mantenimiento del CARGADOR FRONTAL INTERNATIONAL
DRESSER 515**

MAQUINA		CÓDIGO
CARGADOR FRONTAL INTERNATIONAL DRESSER 515		EPM-SI-EXR-CF01
Mantenimiento cuando sea necesario		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Depósito de lubricación automática	A
2	Rejilla de enfriamiento del freno	R
3	Cuchilla de cucharón	I, R
4	Elemento secundario del filtro del aire del motor	R
5	Ante filtro de aire del motor	I
6	Cilindro del auxiliar de arranque con éter	R
7	Bastidor	I
8	Fusibles	R
9	Rejilla de la bomba del implemento	R
10	Rejilla magnética de la transmisión	I
11	Depósito del lavaparabrisas	A
12	Limpiaparabrisas	I
Mantenimiento cada 10 horas		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Humedad y sedimentos del tanque del aire	D
2	Alarma de retroceso	I
3	Nivel de aceite del pasador del cucharón y del pasador de la pluma	I, A
4	Puntas de cucharón	I, R
5	Placas anti desgaste del cucharón	I, R
6	Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento	I
7	Nivel de aceite del motor	I
8	Agua y sedimentos del tanque de combustible	D
9	Nivel de aceite del sistema hidráulico	I
10	Cinturón de seguridad	I
11	Cojinetes del cilindro de dirección	L
12	Nivel de aceite del sistema de la dirección y frenos	I
13	Tope de la dirección	I
14	Nivel de aceite de la transmisión	I
15	Inspección alrededor de la máquina	I
16	Ventanas	I

Mantenimiento cada 50 horas		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Par de apriete del perno del pasador del collar	I
2	Inflados de los neumáticos	I
3	Filtro de la cabina del aire	I, R
4	Puente y juego de la válvula del motor	I

Mantenimiento cada 250 horas		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Alternador	I
2	Correas del alternador y del ventilador	I, R
3	Cojinetes de oscilación del eje	L
4	Cojinetes de bolas (central)	L
5	Baterías	R
6	Nivel del electrolito de la batería	I
7	Interruptor general	R
8	Sistemas de frenos	I
9	Aditivo del sistema de enfriamiento	A
10	Muestra del sistema de enfriamiento	Obtener
11	Nivel de aceite del diferencial y mandos finales	I
12	Estrías del eje motriz (de centro)	L
13	Cojinetes del soporte del eje de impulsión	L
14	Junta universal del eje motriz	L
15	Muestra de aceite del motor	Obtener
16	Aceite y filtro del motor	R
17	Nivel de aceite del mando de la bomba	I
18	Cojinetes de rodillos (Apoyo del eje motriz de la bomba)	L

Mantenimiento cada 500 horas		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Muestra de aceite de la transmisión	Obtener
2	Muestra de aceite del diferencial y mando final	Obtener
3	Respiradero del Carter	I
4	Filtro primario del sistema de combustible	I, R
5	Filtro secundario del sistema de combustible	R
6	Tapa y colador del tanque de combustible	L
7	Muestra de aceite de sistema hidráulico	Obtener
8	Filtro de aceite del sistema piloto del implemento	R

9	Filtro del drenaje de la caja de la bomba de dirección	R
10	Muestra de aceite del sistema de dirección y freno	Obtener
11	Filtro de aceite de la transmisión y del convertidor de par	R

Mantenimiento cada 1000 horas

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Cojinetes de la articulación	L
2	Aceite del pasador del cucharón y del pasador de la pluma	R
3	Reta válvulas del motor	I
4	Aceite del mando de la bomba	R
5	Estructura de protección en caso de vuelco (ROPS)	I
6	Aceite de la transmisión	R

Mantenimiento cada 2000 horas o 2 años

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Espacio libre del pasador de empuje del eje	I
2	Acumulador del freno	R
3	Aceite del sistema hidráulico	R
4	Disyuntor de la válvula de alivio del tanque hidráulico	I
5	Aceite del sistema de la dirección y frenos	R
6	Rejilla de enfriamiento del freno	R
7	Aceite del diferencial y de los mandos finales	R

Mantenimiento cada 3000 horas o cada 3 años

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Batería del módulo del VIMS	R

Mantenimiento cada 4000 horas o cada 4 años

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Puente y juego de la válvula del motor	R

Mantenimiento cada 6000 horas o cada 6 años		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Refrigerante del sistema de enfriamiento	R
2	Termostato de agua del sistema de enfriamiento	R
3	Bomba de agua del motor	I

Mantenimiento cada 7500 horas		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Componentes del motor	I, R

Anexo K. Plan de mantenimiento de la VOLQUETA FVR ODR 989 2012

MAQUINA		CÓDIGO
VOLQUETA FVR		EPM-SI-CAR-VO01
Mantenimiento cada 6000 km		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Aceite de motor y filtro principal	R
2	Velocidad de marcha mínima y aceleración	I
3	Estado de la correa del ventilador	I
4	Conexiones y empaques de líneas de aire a turbo y admisión motor	I
5	Embrague inspección funcional	I
6	Pedales (funcionalidad, juegos libres, etc.)	I
7	Pivotes, columpios de resortes, pasadores y bujes	L
8	Crucetas y balineras de cardanes	L
9	Sistema de dirección hidráulica	I
10	Líquidos de frenos (FHA)	I
11	Revisión campanas de frenos y desgaste material de fricción	I
12	Fugas, daños o conexiones sueltas en las mangueras o los tubos del freno	I
13	Recorrido de los registros de las varillas de accionamiento de las cámaras (FA)	I
14	Sellos de caucho (chupas) de los cilindros de freno (FHA)	I
15	Revisión en válvulas del sistema de frenos	I
16	Revisión del sistema de freno de emergencia	I
17	Mangueras de aire y flexiones de conexión de las válvulas de descarga	I
Mantenimiento cada 12000 km		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Elemento del filtro de aire	R
2	Funcionamiento de la tapa del radiador y tanque de expansión	I
3	Sistema de escape (uniones y elementos de fijación y fugas)	I
4	Filtro de combustible	I
5	Sistema de refrigeración: Mangueras abrazaderas, radiadores y niveles. Fugas bomba de agua	I
6	Cubierta del servo (booster) del sistema de embrague	I

7	Mecanismos control cambios (barras y guayas)	I
8	Líquido de la dirección hidráulica	I
9	Sistema para abatir la cabina	L
10	Estado de la batería y funcionamiento del motor de arranque y alternador	I
11	Revisiones conexiones sistema eléctrico	I

Mantenimiento cada 18000 km

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Filtro parcial de aceite del motor	R
2	Filtro de combustible	R

Mantenimiento cada 24000 km

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Funcionamiento del compresor de aire, regulador y válvula de descarga	I
2	Aceite de la caja de velocidades (ISUZU)	R
3	Aceite de la caja de velocidades (ZF)	R
4	Aceite de la caja de velocidades (Eaton Fuller)	R
5	Juntas eje propulsor (crucetas, deslizante y rodamientos de apoyo)	I
6	Aceite de engranaje del diferencial trasero o intereje	R
7	Tuercas pernos en U (grapas ballestas)	T
8	Hojas de ballestas (alineación, fisuras y deformaciones)	I
9	Amortiguadores (fugas de aceite, daños en bujes de fijación)	I
10	Alineación de dirección	I
11	Viraje a la derecha y a la izquierda del rango del Angulo de la dirección	I
12	Holgura entre el pivote de la dirección y el cojinete	I
13	Estado y funcionamiento de las cámaras de aire y válvulas (FA)	I
14	Funcionamiento del sistema de inclinación de la cabina	I

Mantenimiento cada 30000 km		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Torques de múltiples de admisión y escape	I
2	Presión de inyección de combustible y patrón de aspersión	I
3	Colador del tanque de combustible	I
4	Tiempo de inyección	I
5	Sellos de caucho de la válvula de HSA	R

Mantenimiento cada 42000 km		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Refrigerante del motor	R
2	Líquido de frenos	R

Mantenimiento cada 48000 km		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Holgura de válvulas	I
2	Presión de compresión de cada cilindro	I
3	Grasa cubos rueda (delanteros y traseros)	R
4	Ajuste de cubos rueda (delanteros y traseros)	I

Anexo L. Plan de mantenimiento de CAMA BAJA TIPO REMOLQUE 2017

MAQUINA	CÓDIGO
CAMA BAJÁ TIPO REMOLQUE 2017	EPM-SI-TRA-CM01

Mantenimiento previo al viaje		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Tuercas de las abrazaderas y de los tensores cuando el equipo este cargado	T
2	Bujes de goma	I
3	Rodamientos gemelos	I, L
4	Conjunto de frenos (regulador de freno, eje de leva. Zapata, etc.)	I
5	Pernos del acoplamiento y de fijación	I, T
6	Sistema de luces	I
7	Neumáticos	I
8	Chasis, plataforma	I

Mantenimiento cada 5000 km		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Regulador de frenos	L
2	Soporte de eje de leva	L
3	Araña de freno	L
4	Extremos de las ruedas	L
5	Rodamientos de ruedas	L

Mantenimiento cada 25000 km		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Bujes de goma el alineamiento de los ejes	R
2	Balatas de frenos de todos los ejes	R
3	Resortes de las zapatas de frenos	R
4	Neumáticos	R
5	Soporte de muelles	L

Mantenimiento cada 40000 km		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD
1	Grasa de los rodamientos gemelos	R