

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ		
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): JOHEN DUMAR APELLIDOS: JAIMES OCHOA

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): GERMAN ADOLFO APELLIDOS: JABBA CASTAÑEDA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ELABORACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ENFOCADO EN PROLONGAR LA VIDA UTIL DE LA MAQUINARIA PESADA Y EQUIPOS SOLDADORES DE LA EMPRESA INDUSTRIAS ZUTA TOLEDO S.A.S.

RESUMEN

La empresa Industrias Zuta Toledo S.A.S. es una empresa de maquinaria ubicada en el municipio de Toledo, Norte de Santander que cuenta con un parque de maquinaria y algunos equipos para la construcción que alquila a la comunidad como principal razón económica de la empresa, sin embargo actualmente los planes de mantenimiento y revisión de la maquinaria solo se limitan a los mantenimientos correctivos, por lo cual la empresa presenta muchas ineficiencias y pérdidas económicas por paradas imprevistas de las maquinas. El objetivo del presente trabajo es crear un plan de mantenimiento integral para los equipos de la empresa, enfocándonos en los mantenimientos preventivos como principal forma de eliminar paradas imprevistas y de hacer la empresa más eficiente. Se llegó a la conclusión de que, para la disminución de los costos, se debe realizar un análisis o un estimativo de los mismos, que muestre para su estudio y aprobación que estos no superan los costos del mantenimiento correctivo. Para la realización del plan de mantenimiento, es importante definir los aspectos bajo los cuales se debe realizar, procurando garantizar el cumplimiento de los objetivos del mismo, sin embargo, se observó que también es importante que su documentación sea de fácil manejo.

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento preventivo, vida útil, maquinaria pesada, equipos soldadores.

CARACTERISTICAS:

PÁGINAS: 133 PLANOS: _0_ ILUSTRACIONES: __18__ CD ROOM: _1_

****Copia No Controlada****

ELABORACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ENFOCADO EN
PROLONGAR LA VIDA UTIL DE LA MAQUINARIA PESADA Y EQUIPOS
SOLDADORES DE LA EMPRESA INDUSTRIAS ZUTA TOLEDO S.A.S.

JOHEN DUMAR JAIMES OCHOA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

ELABORACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ENFOCADO EN
PROLONGAR LA VIDA UTIL DE LA MAQUINARIA PESADA Y EQUIPOS
SOLDADORES DE LA EMPRESA INDUSTRIAS ZUTA TOLEDO S.A.S.

JOHEN DUMAR JAIMES OCHOA

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de

Ingeniero Mecánico

DIRECTOR

GERMAN ADOLFO JABBA CASTAÑEDA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: CÚCUTA, 25 DE MARZO 2022

HORA: 03:00 P.m.

LUGAR: SALÓN DM 205, UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

TÍTULO: "ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ENFOCADO EN PROLONGAR LA VIDA UTIL DE LA MAQUINARIA PESADA Y EQUIPOS SOLDADORES DE LA EMPRESA INDUSTRIAS ZUTA TOLEDO S.A.S."

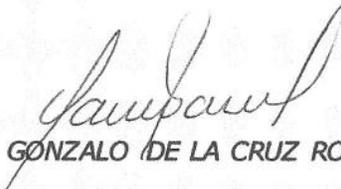
Jurados: ING. MEIMER PEÑARANDA CARRILLO
ING. GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCÍA

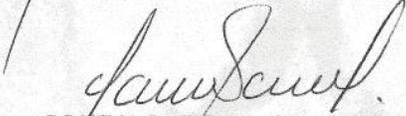
Director: ING. GERMAN ADOLFO JABBA CASTAÑEDA

Nombre del estudiante	Código	Calificación	
		Letra	Número
JOHEN DUMAR JAIMES OCHOA	1121314	Cuatro, Dos	4.2

APROBADA


ING. MEIMER PEÑARANDA CARRILLO


ING. GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCÍA


Vo.Bo GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCÍA
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Mecánica

Resumen

La empresa Industrias Zuta Toledo S.A.S. es una empresa de maquinaria ubicada en el municipio de Toledo, Norte de Santander que cuenta con un parque de maquinaria y algunos equipos para la construcción que alquila a la comunidad como principal razón económica de la empresa, sin embargo actualmente los planes de mantenimiento y revisión de la maquinaria solo se limitan a los mantenimientos correctivos, por lo cual la empresa presenta muchas ineficiencias y pérdidas económicas por paradas imprevistas de las maquinas.

El objetivo del presente trabajo es crear un plan de mantenimiento integral para los equipos de la empresa, enfocándonos en los mantenimientos preventivos como principal forma de eliminar paradas imprevistas y de hacer la empresa mas eficiente.

Abstract

The company Industrias Zuta Toledo S.A.S. is a machinery company located in the municipality of Toledo, Norte de Santander that has a machinery park and some construction equipment that it rents to the community as the main economic reason for the company, however currently the maintenance and review plans of the machinery are only limited to corrective maintenance, for which the company presents many inefficiencies and economic losses due to unforeseen stops of the machines.

The objective of this work is to create a comprehensive maintenance plan for the company's equipment, focusing on preventive maintenance as the main way to eliminate unforeseen stops and to make the company more efficient.

Contenido

	Pág.
Introducción	16
1. Objetivos	18
1.1 Objetivo General	18
1.2 Objetivos Específicos	18
2. Presentación Institucional	19
2.1 Misión	19
2.2 Visión	19
2.3 Servicios Prestados	19
2.3.1 Manufactura De Piezas.	19
2.3.2. Alquiler de Maquinaria	20
2.3.3 Alquiler de vehículos livianos y de carga pesada.	20
2.3.4 Alquiler de maquinaria menor y equipos.	21
3. Marco Teórico, referencial y conceptual	22
3.1 Marco Teórico	22
3.1.1. Concepto de mantenimiento.	22
3.1.2 Principios básicos de mantenimiento.	22
3.1.3 Funciones del mantenimiento	23
3.1.3.1 Funciones Primarias.	23
3.1.3.2. Funciones Secundarias.	24
3.1.4 Objetivos básicos del mantenimiento	24
3.1.5 Mantenimiento Preventivo	24
3.1.5.1 Objetivos.	24
3.1.5.2 Ventajas.	25

3.1.6 Mantenimiento Correctivo	26
3.1.6.1 Ventajas.	26
3.1.6.2 Desventajas	26
3.1.7 Mantenimiento Predictivo.	26
3.1.7.1 Ventajas.	26
3.1.7.2 Desventajas.	27
3.2 Marco Referencial	27
3.3 Marco Conceptual	27
4. Maquinaria y equipos de industrias El Zuta Toledo SAS	33
4.1 Excavadoras	34
4.2 Retroexcavadora cargadores.	39
4.3 Volquetas	43
4.4 Equipo de Oxicorte	46
4.5 Equipo de Soldadura	48
4.6 Estado actual de los equipos y maquinas de la empresa Industrias ZUTA Toledo S.A.S.	49
4.7 Análisis de criticidad	54
5. Plan De Mantenimiento, actual y propuesta	59
5.1 Plan de mantenimiento actual de la empresa Industrias El Zuta SAS	59
5.2 Propuesta de plan de mantenimiento preventivo para la empresa Industrias El Zuta Toledo SAS	59
5.2.1 Formatos de gestión de mantenimiento.	62
5.2.1.1 Formato de operación diaria.	62
5.2.1.2 Formato de solicitud de mantenimiento	62
5.3 Estimación de tiempos de mantenimiento	63
5.4 Planes de Mantenimiento	64

5.4.1	Excavadoras	65
5.4.1.1.	Motor	65
5.4.1.2	Transmisión	67
5.4.1.3	Frenos	68
5.4.1.4	Sistema Eléctrico.	68
5.4.1.5	Carrocería y cabina.	69
5.4.2	Retroexcavadora Cargadora	72
5.4.2.1	Motor	72
5.4.2.2	Transmisión, Puente y Dirección.	74
5.4.2.3	Sistema Hidráulico	76
5.4.2.4.	Frenos	77
5.4.2.5.	Sistema Eléctrico	77
5.4.2.6.	Carrocería y Cabina	78
5.4.3	Volqueta Internacional 76006X4	80
5.4.3.1	Motor.	80
5.4.3.2.	Sistema de Frenos	82
5.4.3.3	Sistema Eléctrico	82
5.4.3.4	Chasis y Carrocería	83
5.4.3.5	Sistema Hidráulico y Neumático	84
5.4.3.6	Sistema de Transmisión	85
5.4.4	Equipo de Soldar	86
5.4.5	Equipo de Oxicorte	87
6.	Recomendaciones de conservación	90
6.1	Sistema de Combustible	90
6.2	Sistema Hidráulico	90

6.3 Sistema de admisión de aire	91
6.4 Sistema Eléctrico	91
6.5 Sistema de Enfriamiento	91
7. Conclusiones	93
8. Referencias Bibliográficas	95
Anexos	97

Lista De Tablas

	Pág.
Tabla 1. Inventario general de equipo Industrias el Zuta	33
Tabla 2. Ficha técnica Excavadora 312C	35
Tabla 3. Ficha técnica Excavadora 320D	37
Tabla 4. Ficha técnica Retroexcavadora Cargadora Caterpillar 420E	40
Tabla 5. Ficha técnica volqueta Navitrans internacional 76006x4	44
Tabla 6. Plan de mantenimiento subsistema motor Excavadora	65
Tabla 7. Plan de mantenimiento subsistema de transmisión Excavadora	67
Tabla 8. Plan de mantenimiento subsistema de frenado Excavadora	68
Tabla 9. Plan de mantenimiento subsistema de eléctrico Excavadora	69
Tabla 10. Plan de mantenimiento subsistema de carrocería y cabina Excavadora	69
Tabla 11. Repuestos filtros y aceites Excavadora de Oruga 312C	70
Tabla 12. Repuestos filtros y aceites Excavadora de oruga 320D	71
Tabla 13. Plan de mantenimiento subsistema de Retroexcavadora Cargadora	72
Tabla 14. Plan de mantenimiento subsistema de transmisión, puente y dirección de las Retroexcavadoras Cargadoras	74
Tabla 15. Plan de mantenimiento subsistema hidráulico de las Retroexcavadoras Cargadoras	76
Tabla 16. Plan de mantenimiento subsistema de frenos de las Retroexcavadoras Cargadoras	77
Tabla 17. Plan de mantenimiento subsistema eléctrico de las Retroexcavadoras Cargadoras	77
Tabla 18. Plan de mantenimiento subsistema de cabina y carrocería de las Retroexcavadoras Cargadoras	78
Tabla 19. Repuestos filtros y aceites retroexcavadora cargadora 420E	79

Tabla 20. Plan de mantenimiento para el subsistema del motor de las volquetas	80
Tabla 21. Plan de mantenimiento para el subsistema de frenos de las volquetas	82
Tabla 22. Plan de mantenimiento para el subsistema del sistema eléctrico de las volquetas	82
Tabla 23. Plan de mantenimiento para el subsistema del chasis y carrocería de las volquetas	83
Tabla 24. Plan de mantenimiento para el subsistema hidráulico y neumático de las volquetas	84
Tabla 25. Plan de mantenimiento para el subsistema de transmisión de las volquetas	85
Tabla 26. Repuestos filtros y aceites Volqueta	85
Tabla 27. Plan de mantenimiento para el equipo de soldadura	86
Tabla 28. Plan de mantenimiento para el equipo de oxicorte	87
Tabla 29. Cronograma de actividades de mantenimiento	89

Lista De Figuras

	Pág.
Figura 1. Motor de combustión interna	28
Figura 2. Motor de combustión interna: Vista lateral	28
Figura 3. Sistema hidráulico	29
Figura 4. Filtro de aceite	30
Figura 5. Filtro de aire	31
Figura 6. Herramientas Menores	32
Figura 7. Excavadora Caterpillar 320D	34
Figura 8. Retroexcavadora cargadora Caterpillar 420E	40
Figura 9. Volqueta Navitrans International 76006X4 modelo 2009	44
Figura 10. Equipo de oxicorte Víctor	47
Figura 11. Equipo de soldadura ESAB	49
Figura 12. Formato de Evaluacion del estado actual de la maquinaria	53
Figura 13. Tabulacion de resultados formate de estado actual de maquinaria	54
Figura 14. Parámetros para determinar la criticidad.	55
Figura 15. Modelo matriz de criticidad.	56
Figura 16. Formato de criticidad e interpretación.	57
Figura 17. Proceso de mantenimiento preventivo	61
Figura 18. Proceso de creación del presupuesto	64

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo 1. Formato de inspección diaria Excavadora de Orugas	98
Anexo 2. Formato de inspección diaria Retroexcavadora Cargadora	100
Anexo 3. Formato de Inspección diaria Volquetas	103
Anexo 4. Reporte de evaluación del estado actual de la retroexcavadora 420E	105
Anexo 5. Reporte de evaluación del estado actual de la Excavadora de oruga 312C	106
Anexo 6. Reporte de evaluación del estado actual de la Excavadora de oruga 320D	107
Anexo 7. Reporte de evaluación del estado actual de la Volqueta internacional 76006X4	108
Anexo 8. Reporte de evaluación del estado actual del equipo de Oxicorte Victor	109
Anexo 9. Reporte de evaluación del estado actual del equipo de Soldadura ESAB 250	110
Anexo 10. Reporte de evaluación del estado actual del equipo de Soldadura JOBAD 40D	111
Anexo 11. Ficha de Observación Retroexcavadora cargadora 420E	112
Anexo 12. Ficha de Observación Excavadora de oruga 312C	113
Anexo 13. Ficha de Observación Excavadora de oruga 312C	114
Anexo 14. Ficha de Observación Excavadora de oruga 320D	115
Anexo 15. Ficha de Observación Volqueta International 76006X4	116
Anexo 16. Ficha de Observación Equipo de Oxicorte Victor	117
Anexo 17. Ficha de Observación Equipo de Soldadura ESAB	118
Anexo 18. Ficha de Observación Equipo de Soldadura JOBAD 40D	119
Anexo 19. Tabulación del estado actual Retroexcavadora 420E	120
Anexo 20. Tabulación del estado actual Excavadora de oruga 312C	121
Anexo 21. Tabulación del estado actual Excavadora de oruga 320D	122

Anexo 22. Tabulación del estado actual volqueta International 76006x4	123
Anexo 23. Tabulación del estado actual Equipo de oxicorte Victor	124
Anexo 24. Tabulación del estado actual Equipo de soldadura ESAB 250	125
Anexo 25. Tabulación del estado actual Equipo de soldadura JOBAD 40D	126
Anexo 26. Formato de criticidad Retroexcavadora cargadora Caterpillar 420E	127
Anexo 27. Formato de criticidad Excavadora Caterpillar 312C	128
Anexo 28. Formato de criticidad Excavadora Caterpillar 320D	129
Anexo 29. Formato de criticidad Volqueta International 76006X4	130
Anexo 30. Formato de criticidad Equipo de Oxicorte Victor	131
Anexo 31. Formato de criticidad Equipo de soldadura ESAB 250	132
Anexo 32. Formato de criticidad Equipo de soldadura JOBAD 40D	133

Introducción

Tener un plan de mantenimientos preventivos para la maquinaria de las empresas que permitan minimizar los mantenimientos correctivos se ha convertido en una necesidad fundamental de las empresas para minimizar sus costos, además de esto evitar detenciones imprevistas de las maquinas permite maximizar la disponibilidad de equipos productores, y generar mayor rentabilidad.

En la industria actual la competencia es un factor a tener muy en cuenta, en este sentido las empresas que menos costos fuera de presupuesto generen serán más competitivas y tendrán una ventaja tangible sobre empresas menos eficientes, en conclusión, es labor del departamento de mantenimiento y del área productiva de las empresas ser lo más eficiente posibles para dar ventajas competitivas a su firma.

Industrias El Zuta es una empresa de alquiler de maquinaria amarilla y agrícola que se dedica a dar soluciones oportunas y adecuadas a los requerimientos en maquinaria dentro de la zona de Toledo y Labateca en el departamento de Norte de Santander. Dentro de su política integral industrias El Zuta es consciente de que el cumplimiento equilibrado de sus responsabilidades en materia económica, social y ambiental, sobre una base de criterios sostenibles, es esencial para el cumplimiento de su posición actual de liderazgo y para su fortalecimiento de cara al futuro.

Para dar cumplimiento a lo anterior, es primordial un funcionamiento excelente de todos los parámetros que puedan afectar el proceso productivo, en este caso, maquinaria amarilla, de construcción y agrícola, es por esta razón que surge la necesidad de tener una operación y un mantenimiento confiable a un costo razonable, con el fin de prolongar la vida útil de la maquinaria y a la vez con base en esto cumplir a cabalidad la parte productiva de la empresa.

Para dar cumplimiento a todo lo planteado anteriormente se planteará en el presente trabajo, un plan de mantenimiento preventivo, que procure la continuidad de la actividad productiva de la empresa, permitiendo una mejor rentabilidad del negocio, mayor tiempo de actividad de los equipos, alargar la vida útil de las maquinas, eliminar el tiempo de parada al mínimo necesario, y en términos generales generar una mejora a la actividad productiva de la empresa.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo enfocado en prolongar la vida útil de la maquinaria pesada y equipos de soldadores de la empresa industrias Zuta Toledo S.A.S.

1.2 Objetivos Específicos

Diagnosticar el estado actual de los equipos, mediante la aplicación de estrategias de mantenimiento de maquinaria amarilla y equipos de soldadura para obtener una valoración adecuada e identificar sistemas críticos.

Establecer la metodología de mantenimiento preventivo, teniendo en cuenta la información técnica, criterio y experiencia involucrado en el mantenimiento.

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de maquinaria amarilla y equipos de soldadura, mediante el estudio técnico.

2. Presentación Institucional

2.1 Misión

INDUSTRIAS EL ZUTA TOLEDO S.A.S., tiene un compromiso permanente, Visible y activo hacia la calidad de nuestros proyectos de obras civiles, dentro de Programas de gestión integrados que garantizan el aseguramiento continuo de los requisitos de los clientes y los lineamientos de Seguridad, Salud en el Trabajo, Ambiente y Calidad.

2.2 Visión

Para el Año 2028, INDUSTRIAS EL ZUTA TOLEDO S.A.S., se proyecta ser una empresa líder en el sector, con reconocimiento en la construcción de obras civiles, contando con la infraestructura técnica y operativa, alcanzando altos estándares de Seguridad, Salud en el Trabajo, Ambiente y Calidad.

2.3 Servicios Prestados

2.3.1 Manufactura De Piezas. Fabricación de rejas.

Prefabricación e instalación de líneas de tubería en red.

Prefabricación y montaje de estructuras para instalación de techos.

Prefabricación y construcción de trinchos metálicos.

Soldadura A.P.I. debidamente certificadas con radicación.

Soldadura ASME debidamente certificadas con radicación.

Soldadura en bronce.

Prefabricación y construcción tuberías de acero al carbono.

Construcción de gasoductos.

Construcción de oleoductos.

Construcción de tuberías para transporte de hidrocarburos.

Construcción de tuberías para transporte de aguas en sistemas contraincendios.

Construcción de cerramientos en malla eslabonada.

Fabricación de pisos antideslizantes.

2.3.2. Alquiler de Maquinaria. Bulldozer.

Vibro compactador.

Retroexcavadoras 312.

Retroexcavadora 915.

Retroexcavadora sobre orugas 312C modelo 2004.

Retroexcavadora sobre llantas 420E modelo 2003.

Retroexcavadora sobre orugas 320D modelo 2009.

Motoniveladora.

2.3.3 Alquiler de vehículos livianos y de carga pesada. Alquiler de camionetas Hailux.

Alquiler de Camioneta Toyota.

Volqueta internacional doble troque modelo 2009.

2.3.4 Alquiler de maquinaria menor y equipos. Compactador de mano.

Compresores.

Plantas eléctricas.

Motobombas.

Moto soldadores diésel.

Equipo de oxicorte.

Pulidora.

Dobladoras tubería SCH 40 de 2" 3" 4" 5/2" 6" 14" 12" 10" 40".

Mezcladora.

3. Marco Teórico, referencial y conceptual

3.1 Marco Teórico

3.1.1. Concepto de mantenimiento. Se define como la disciplina cuya finalidad consiste en mantener las máquinas y equipos en un estado de operación, lo que incluye servicio, pruebas, inspecciones, ajustes, reemplazo, reinstalaciones, calibración, reparación y reconstrucción. Principalmente se basa en el desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía de las políticas o criterios para la toma de decisiones en la administración y la aplicación de programas de mantenimiento. (Patton, 1988)

3.1.2 Principios básicos de mantenimiento. Para que se efectuara un Mantenimiento efectivo, la meta buscada no será la sincronización de las actividades de la industria en pro de una alta productividad. Los principios de general aplicación en cualquier actividad, podemos resumirlos así: (Toapanta Quispe & Yáñez García, 2009)

El mantenimiento debe ser considerado como un factor económico de la empresa.

El Mantenimiento debe ser planificado, eliminando la improvisación. Debe existir un exacto programa anual de Mantenimiento, basado en el costo real de reparaciones de cada máquina o instalación de trabajo.

Debe existir un equipo de Mantenimiento especializado, con funciones claramente definidas dentro del propio organigrama del servicio.

Debe existir información técnica completa en relación con los trabajos de mantenimiento de cada máquina o instalación.

Las actividades y costos de mantenimiento, deben traducirse en índices de referencia y comparación; pudiendo de esta forma seguir los pasos de la gestión del Servicio de Mantenimiento en la Industria.

La “calidad de reparación” no debe estar sujeta a urgencias, salvo consiente decisión de los responsables del Servicio de Mantenimiento.

El Mantenimiento en la Industria, debe basarse por igual en: Elección y distribución de personal especializado; Creación y control de un taller propio para atender reparaciones; Orden y control de existencias del Almacén de Recambios; Programación Técnico - Económica.

3.1.3 Funciones del mantenimiento. En la práctica, el alcance de las actividades de un Departamento de Mantenimiento es diferente en cada planta y se encuentra intervenido por las políticas de la Compañía y por su rama industrial; es posible agrupar en dos clasificaciones: Las funciones primarias, la mayor parte de las cuales se incluyen en la justificación del Departamento de Mantenimiento; y, las funciones secundarias, las cuales debido a las experiencias, conocimiento técnico, antecedentes y otros factores, o a que no hay otra división lógica a la cual se le puede asignar las responsabilidades de las mismas, se delegan al grupo de Mantenimiento.

3.1.3.1 Funciones Primarias. Mantenimiento de máquinas, equipos, edificios y construcciones existentes en la empresa.

Modificaciones a los equipos y edificios existentes.

Nuevas instalaciones de equipos y edificios

Producción y distribución de equipos.

Suministro de energía, agua, aire, etc.

Inspección y lubricación.

Control de costos de mantenimiento, repuestos, materiales, mano de obra.

Control de corrosión - erosión.

3.1.3.2. Funciones Secundarias. Almacenamiento.

Protección de la planta, incluyendo incendios.

Evacuación de desechos y desperdicios.

Eliminación de contaminaciones y ruidos.

3.1.4 Objetivos básicos del mantenimiento. Cualquiera que sea la metodología que se emplee para solventar esta actividad imprescindible, ella debe estar orientada a lograr tres objetivos básicos:

Disminuir al máximo posible los tiempos de paralización de la Producción.

Aumentar la vida útil de los equipos e instalaciones.

Disminuir el costo de Producción.

3.1.5 Mantenimiento Preventivo

3.1.5.1 Objetivos. Los objetivos del mantenimiento preventivo se pueden sintetizar en la consecución de tres logros de fundamental importancia y de vital necesidad para una buena economía empresarial en el área de mantenimiento:

Máximo ofrecimiento actividad - funcionamiento máquina productiva, con máxima eficiencia funcional, alta confiabilidad operativa y elevado grado de seguridad industrial.

Reducción al máximo del desgaste o deterioro de los equipos de producción, preservando el capital invertido en dichos medios.

Optimización de los ítems anteriores mediante alta eficiencia en servicio.

3.1.5.2 Ventajas. Ventajas Operativas. Las Ventajas Operativas que se derivan de la aplicación del Sistema de Mantenimiento Preventivo son:

Reducción del número de averías en servicio.

Reducción consecuente de emergencia por rotura.

Mayor disponibilidad de actividad máquina.

Mayor índice de confiabilidad en servicio.

Mayor grado de calidad de la producción.

Reducción de horas extras del personal de Mantenimiento.

Reducción de los materiales requeridos y tiempo – tareas correctivas vs tiempos tareas preventivos.

Ampliación del límite de vida útil de los equipos.

Eliminación de la necesidad del equipo de reserva.

Mayor grado de Seguridad Industrial.

Logro de una programación estable de trabajos de Mantenimiento.

Armonía en la relación con el área de Producción.

3.1.6 Mantenimiento Correctivo. Basa su acción en la corrección de daños o fallas luego de que éstos se han producido. Este sistema se basa en la improvisación y representa el más alto costo para la industria.

3.1.6.1 Ventajas. No requiere de una Organización Técnica muy Especializada.

No exige una Programación Previa detallada.

3.1.6.2 Desventajas. La disponibilidad de los equipos es incierta.

Lleva paralizaciones en extremo costo y prolongadas.

El costo extra de materiales, repuestos y mano de obra, que puede ser el resultado de una avería imprevista la que podría haberse evitado con un poco de atención.

Molestias causadas al trabajador, el cual, tendrá que abandonar su labor sin haberla terminado, por fallas imprevistas.

Riesgos del Personal de producción.

3.1.7 Mantenimiento Predictivo. El mantenimiento predictivo, se puede definir como la sensibilidad, la habilidad, o la funcionalidad del equipo, para determinar si se están produciendo cambios en las condiciones físicas del mismo.

3.1.7.1 Ventajas. Hay información permanente sobre el estado de la Unidad, información que puede hacerse tan frecuente como se quiera.

Un excelente seguro contra Averías grandes inesperadas.

Tecnifica la decisión.

Realimenta con información rápida y objetiva las decisiones técnicas y el control.

Aumenta la disponibilidad del equipo de proceso.

Reduce el trabajo de Mantenimiento Preventivo.

Reduce el costo unitario de Mantenimiento.

3.1.7.2 Desventajas. Necesidad de Personal Especializado.

Alto costo de equipos.

Gran cuidado y calibración de Equipos.

3.2 Marco Referencial

Para el desarrollo de esta monografía no se cuenta con un marco referencial corporativo, esto, considerando que, hasta la fecha, la presente monografía es el primer estudio que se adelanta sobre mantenimiento preventivo, buscando establecer un plan para el desarrollo del mismo, sin embargo, se utilizaran como referencias externas los distintos trabajos desarrollados sobre creación de planes de mantenimiento, especialmente los preventivos en otras empresas.

3.3 Marco Conceptual

Motor: Máquina de combustión interna en la que la energía suministrada por un combustible se transforma directamente en energía mecánica. Ver figura 1 y 2.

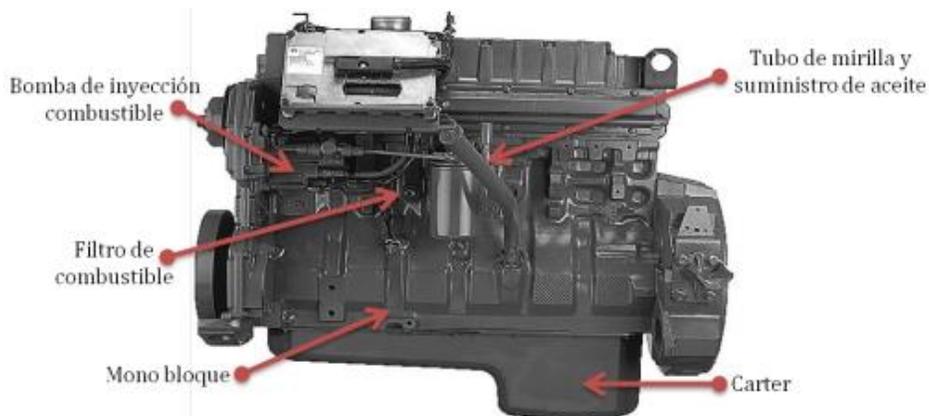


Figura 1. Motor de combustión interna

Fuente: Industrial Supply SEFI (s.f.).

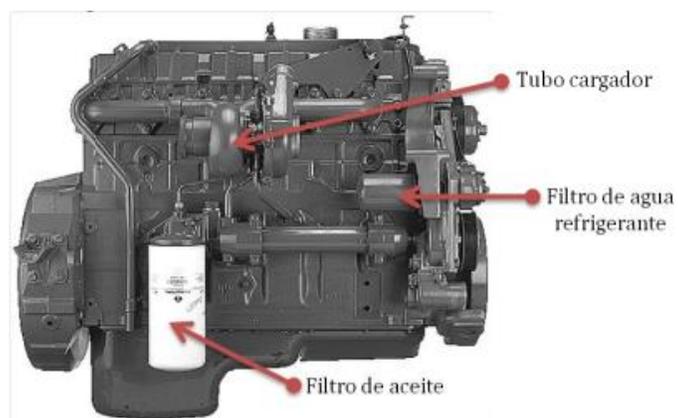


Figura 2. Motor de combustión interna: Vista lateral

Fuente: Industrial Supply SEFI (s.f.).

Transmisión: Se le llama transmisión al conjunto de bandas cadenas o engranes que sirven para comunicar fuerza y movimiento desde un motor hasta su punto de aplicación. Por lo general, una transmisión es el mecanismo de control de fuerza en el tren de potencia de un vehículo. La

transmisión mecánica, en combinación con un embrague principal, controla la potencia producida por el motor.

Una transmisión proporciona el avance y el retroceso de la máquina, controla diferentes velocidades y diferentes fuerzas de empuje. El avance y retroceso, los cambios de velocidades y las multiplicaciones de la fuerza de propulsión, se producen mediante la conexión mecánica de diferentes trenes de engranajes en ejes paralelos. Por el continuo movimiento en que trabajan todas las piezas de una transmisión, los desgastes entre ellas tienen que ser controlados. Engranajes, piñones, bujes, cojinetes, etc., tienen que estar perfectamente bien lubricados para evitar desgastes anormales e incluso roturas de piezas vitales en todo el mecanismo.

Sistema Hidráulico: Un sistema hidráulico típico está compuesto por: Tanque del fluido hidráulico; Bomba para impulsar el fluido; Mangueras de alta presión; Cilindros con sus respectivos émbolos; Tubos, válvulas y filtros. Ver figura 3.

Los cilindros reciben la acción del aceite y estos a su vez comunican movimiento a los accesorios que utilizan las máquinas para ejecutar el trabajo (hoja empujadora, cucharón, desgarrador, etc.).



Figura 3. Sistema hidráulico

Las fallas de los componentes del sistema hidráulico suelen tener por causa el agua en el lubricante. Ésta se evapora cuando se calienta el sistema hidráulico, y se produce la erosión de las planchas de extremo de las bombas de paletas; si el sistema usa bomba de engranajes, las erosiones se producen en el cuerpo; si la bomba es de pistones, las placas de lumbreras son las atacadas por la erosión.

Los sistemas hidráulicos son simples y la potencia se puede transmitir fácilmente a piezas en movimiento, mediante mangueras y tuberías. Un sistema hidráulico depende del líquido en las tuberías para su funcionamiento; se usa líquido porque éste no puede ser comprimido dentro de un área más reducida, pero sí tiene facilidad de desplazamiento.

Filtro de Aceite: Cuerpo poroso o aparato a través del cual, se hace pasar un fluido, para limpiarlo de las materias que contiene en suspensión o para separarlo, de las materias con que está mezclado, los filtros están fabricados en su interior con un material poroso de origen textil que permite el paso del aceite, pero retiene las impurezas, por lo que debemos cambiarlos periódicamente. dado con el tiempo se van obstruyendo dificultando el pasaje del aceite. Ver figura 4.

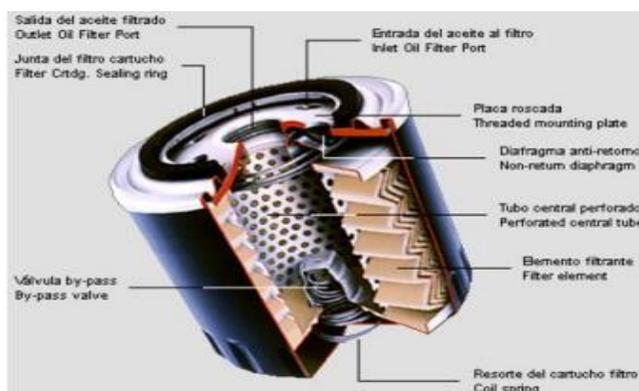


Figura 4. Filtro de aceite

Fuente. JBC. Retroexcavadora Cargadora.

Filtro de Aire: Los filtros de aire son los encargados de evitar que las partículas contaminantes del medio ambiente entren al interior de los motores y lo afecten, tanto en su buen funcionamiento como en su estado mecánico. Sin los filtros de aire adecuados para cada tipo de Maquinaria y si estos no permanecen limpios y libres de las partículas contaminantes como polvo y sustancias extrañas, la vida útil del motor se reduce, aumenta el desgaste, puede obstruir el paso de aire en la cantidad necesaria para la combustión interna, lo que puede causar una disminución de la potencia e impedir su funcionamiento normal. Ver figura 5.



Figura 5. Filtro de aire

Fuente: DOE EERE Indoor Air Quality - MERV 13 Air Filters.

Equipo de Limpieza: Conjunto de herramientas necesarias para el aseo de partes o sistemas de un equipo, entre ellas encontramos wiper, guantes, mascarillas, papel para limpieza industrial, alcohol.

Herramientas Menores: Utensilio, generalmente metálico de acero madera, fibra, plástico o goma, que se utiliza para ejecutar de manera más apropiada, sencilla y con el uso de menor energía, tareas constructivas o de reparación, que sólo con un alto grado de dificultad y esfuerzo se podrían

hacer sin ellas, entre ellas encontramos destornilladores (pala y estría), pinzas (punta larga, corta frío, multiuso), llaves L y de expansión. Ver figura 6.



Figura 6. Herramientas Menores

Pluma: Denominación común que se le da al brazo de la maquinaria pesada que se cierra y se abre.

Solenoides: Tipo de válvula que maneja multífidos, mediante una bobina abre o cierra el paso de un fluido.

Sistema BICS: De las palabras en inglés: Bobcat Interlock Control System. Asegura que el sistema de tracción y las funciones del cucharón no puedan ser utilizadas, hasta que el operador este sentado con la barra del asiento en su lugar. (Bobcat Loaders, s.f.)

4. Maquinaria y equipos de industrias El Zuta Toledo SAS

En este capítulo se relacionarán todos los equipos que serán incluidos en la propuesta de plan de mantenimiento preventivo. Se realizará una breve descripción de los equipos y las principales características a tener en cuenta para su mantenimiento. En términos generales los equipos cuentan con tres sistemas principales, el eléctrico el mecánico y el hidráulico, sin embargo, en los planes de mantenimiento propuestos se profundizará en estos sistemas utilizando subdivisiones llamadas subsistemas.

Tabla 1. Inventario general de equipo Industrias el Zuta

			INVENTARIO GENERAL DE EQUIPOS		
Ítem	Placa	Código Interno	Tipo de equipo	Modelo	Marca o Nombre
01	NA	EX 01	Excavadora de Orugas	312C	Caterpillar
02	NA	EX 02	Excavadora de Orugas	320D	Caterpillar
03	NA	RE 01	Retroexcavadora Cargadora	420E	Caterpillar
04	76006X4	VO 01	Volqueta	2009	Internacional

05	NA	EQ 01	Equipo de oxicorte	NA	Victor
06	NA	EQ 02	Equipo de Soldadura	250	Esab
07	NA	EQ 03	Equipo de Soldadura	40D	Jobar

4.1 Excavadoras

Las excavadoras son máquinas que por medio de la utilización de los principios de la hidráulica realizan actividades de excavación ya sea bajo o sobre el nivel donde se encuentra.



Figura 7. Excavadora Caterpillar 320D

Fuente: Hobby Search Diecast Car (s.f.).

Tabla 2. Ficha técnica Excavadora 312C

FICHA TECNICA EXCAVADORA 312C	
MOTOR	
Modelo	C4.2 ACERT
Potencia total	72.3 [kW]
Cilindrada	4.3 [L]
TREN DE RODAJE	
Tamaño de zapata	500 [mm]
Velocidad máxima de transporte	5.5 [km/h]
Presión específica sobre el suelo	41.9 [kPa]
PALA	
Volumen inicial de la pala	0.53 [m3]
Volumen mínimo de la pala	0.3 [m3]

Volumen máximo de la pala	0.74 [m3]
EXPLOTACION	
Volumen combustible	250 [L]
Volumen del fluido del sistema refrigerante	17.9 [L]
Volumen del fluido del sistema hidráulico	162 [L]
Volumen de aceite del motor	19.5 [L]
CARACTERISTICAS DE LA PLUMA	
Altura máxima de carga	6340 [mm]
Profundidad máxima de excavación	6040 [mm]
Alcance máximo a nivel del suelo	8620 [mm]
Altura máxima de corte	8700 [mm]

Nota. Adaptado de Maquqam (2015). Fuente: Maquqam (2015).

Tabla 3. Ficha técnica Excavadora 320D

FICHA TECNICA EXCAVADORA 320D	
MOTOR	
Modelo	ATAAC motor 2066
Potencia total	102.9 [kW]
Cilindrada	6.37 [L]
TREN DE RODAJE	
Tamaño de zapata	600 [mm]
Velocidad máxima de transporte	5.5 [km/h]
PALA	
Volumen inicial de la pala	0.8 [m3]
Volumen máximo de la pala	1.3 [m3]
EXPLOTACION	

Volumen tanque combustible	400 [L]
Volumen del fluido del sistema refrigerante	30 [L]
Volumen del fluido del sistema hidráulico	200 [L]
Volumen de aceite del motor	30 [L]
CARACTERISTICAS DE LA PLUMA	
Altura máxima de carga	9640 [mm]
Profundidad máxima de excavación	5960 [mm]
Alcance máximo a nivel del suelo	11140 [mm]
Altura máxima de corte	12390 [mm]

Nota. Adaptado de Maquqam (2015). Fuente: Maquqam (2015).

Para efectos del plan de mantenimiento se definieron siete subsistemas:

Motor: En este subsistema es importante tener en cuenta el estado de los aceites, filtros, empaques, válvulas, líquido refrigerante, escape y radiador.

Transmisión: En este ítem es importante tener en cuenta los niveles de aceite y mantener las juntas del sistema debidamente engrasadas.

Sistema Hidráulico: Para este subsistema el plan de mantenimiento se debe enfocar en los aceites, filtros, cilindros, sistema de refrigeración, depósito de agua, y mangueras.

Sistema Eléctrico: Es indispensable enfocar el plan en el estado del cableado, cajas de fusibles, módulos y master eléctrico.

Frenos: El plan de mantenimiento debe enfocarse en el nivel del aceite, su estado y la condición del freno de mano.

Carrocería y Cabina: En este sistema se debe considerar para el plan de mantenimiento el estado de engrase de pasadores y bujes, lubricación de bisagras y cables, ajustes de puerta y asiento, nivel del líquido de parabrisas, pintura y limpieza en general.

4.2 Retroexcavadora cargadores.

Maquina autopropulsada sobre ruedas con un bastidor que monta a la vez un equipo de carga frontal y otro de excavación en la parte posterior, de forma que puedan ser utilizados alternativamente.

Cuando se emplea como excavadora la maquina excava normalmente por debajo del nivel del suelo mediante un movimiento de la cuchara hacia la máquina, eleva, recoge y descarga material mientras está anclada mediante dos soportes que estabilizan el equipo accionado por gatos hidráulicos. Cuando se emplea como cargadora, carga mediante el movimiento de los brazos que elevan, transporta y descargan materiales.



Figura 8. Retroexcavadora cargadora Caterpillar 420E

Fuente: Amazon (s.f.).

Tabla 4. Ficha técnica Retroexcavadora Cargadora Caterpillar 420E

FICHA TECNICA RETROEXCAVADORA CARGADORA 420E	
TRANSMISION	
Numero de marchas adelante	4
Numero de marchas atrás	4
Velocidad máxima hacia adelante	40.1 [km/h]
Velocidad máxima hacia atrás	40.1 [km/h]
MOTOR	
Modelo	C4.4 DIT

Potencia total	75.3 [kW]
Cilindrada	4.4 [L]
EXPLOTACION	
Volumen combustible	144 [L]
Volumen del fluido del sistema hidráulica	79 [L]
Volumen del fluido del sistema lubricante	7.6 [L]
Volumen del fluido del sistema refrigerante	16.7 [L]
Volumen del fluido del sistema de transmisión	19 [L]
Volumen del fluido del eje delantero	11 [L]
Volumen del fluido del eje trasero	16.5 [L]
RETROEXCAVADORA	
Profundidad de excavación en estado plegado	4360 [mm]

Profundidad de excavación en estado desplegado	5456 [mm]
Carga con elevación máxima en estado plegado	1596 [Kg]
Carga con elevación máxima en estado desplegado	1040 [Kg]
Alcance con la carga elevada en estado plegado	1768 [mm]
Alcance con la carga elevada en estado desplegado	2771 [mm]
CARGADOR	
Profundidad de excavación	106 [mm]
Volumen de la pala	0.96 [m3]
Ancho de la pala	2262 [mm]

Nota. Adaptado de Maquqam (2015). Fuente: Maquqam (2015).

De manera general y para efectos de los planes del mantenimiento, se han definido seis subsistemas, principales en los que se debe enfocar el mantenimiento.

Motor: En este sistema se debe considerar para el plan de mantenimiento el estado del nivel de agua, refrigeración, nivel de aceite, aceite, filtros, correas, accesorios, soportes de motor, mangueras, radiador, tamiz de respiradero, válvulas, retes de tubo de aceite, tapas de balancines e inyectores, inyectores y las líneas de combustible de alta presión.

Sistema de transmisión, puente y dirección: En este sistema se debe considerar para el plan de mantenimiento el estado de los niveles de aceite, aceites, filtros, estados de los neumáticos, cojinetes de cubos delanteros, pre filtro de la transmisión, semiejes, dirección, pivotes y varillas.

Sistema hidráulico: En este sistema se debe considerar para el plan de mantenimiento el estado de los filtros, nivel de aceite, cilindros hidráulicos, partes cromadas, enfriador, pre filtro de aceite y tapa de llenado del depósito de aceite.

Sistema de frenos: En este sistema se debe considerar para el plan de mantenimiento el estado del nivel de aceite, aceite y frenos en general.

Sistema eléctrico: En este sistema se debe considerar para el plan de mantenimiento el estado de la batería, cableado y terminales de la batería.

Sistema de carrocería y cabina: En este sistema se debe considerar para el plan de mantenimiento el estado de los pasadores, bujes, bisagras, cables, puertas, asiento, lavaparabrisas, trabador de pluma, pintura, estabilizadores y pala de almeja.

4.3 Volquetas

La volqueta es una máquina de transporte de material terrestre que por medio del volcó instalado en su parte trasera realiza el movimiento de diferentes tipos de materiales desde un punto A hasta un punto B.



Figura 9. Volqueta Navitrans International 76006X4 modelo 2009

Tabla 5. Ficha técnica volqueta Navitrans internacional 76006x4

FICHA TECNICA VOLQUETA NAVITRANS INTERNATIONAL 76006X4	
Transmisión	Fuller FRO-14210C manual de 10 velocidades
Eje delantero	Meritor MFS-14-1434 con capacidad de 14000 [Lb]
Suspensión delantera	Resortes multihoja con amortiguadores
Eje trasero	Meritor RT-46-164P con y sin bloqueo de diferencia con capacidad de 56000 [Lb]

Suspensión trasera	Hendrickson RT-463 Cap. 46.000 [Lb]
Sistemas de Frenos	Frenos ABS 100% aire con control de tracción (ATC)
Tanque de Combustible	2 de 80 [gln] en aluminio con separador de agua/combustible
Chasis	Chasis canal en 'C' en acero termotratado de alta resistencia, con refuerzo longitudinal en 'C' de 120.000 [psi]
Rines y llantas	RIN dimensión 22.5" x 8.25 y llantas 295/80 R22.5"
Sistema eléctrico	Sistema multiplexado 12 [vol.], 3 baterías libre mantenimiento
Sistema eléctrico	Alternador Delco Remy 36SI12vol/165A
Sistema eléctrico	Motor de arranque Delco Remy 39MT

Nota. Adaptado de Navitrans International (s.f.). Fuente: Navitrans International (s.f.).

De manera general y para efectos de los planes del mantenimiento, se han definido cinco subsistemas, principales en los que se debe enfocar el mantenimiento.

Motor: En este sistema se busca garantizar las mejores condiciones operativas del motor y el objetivo último es extender los intervalos entre mantenimientos preventivos todo lo que sea posible, es decir lograr optimizar los cambios de filtros y aceites de motor para generar un ahorro para la empresa a la par que se cuida las piezas del motor.

Sistema de Frenos: El sistema de frenos ABS de la volqueta es un sistema que siempre debe encontrarse en las mejores condiciones por el tipo de trabajo que realiza la máquina para ello los mantenimientos preventivos de este subsistema deben ser estrictos y siempre debe garantizarse la operación óptima.

Sistema Eléctrico: En este subsistema se debe considerar para el plan de mantenimiento el estado de la batería, cableado y terminales de la batería, se busca garantizar el correcto flujo de diferencial eléctrico por el cableado de la máquina pues alteraciones o la aparición de cortos circuitos pueden generar en averías de las computadoras de la máquina.

Chasis y carrocería: En este sistema se debe considerar para el plan de mantenimiento el estado de los pasadores, bujes, bisagras, cables, puertas, asiento, lavaparabrisas, el estado del volcú, la cola de pato, defensas, y bisagras del volcú.

Sistema hidráulico y neumático: El correcto funcionamiento del cilindro hidráulico que mueve el volvo de carga de material es fundamental para la operación de la máquina, en este orden de ideas el fluido mensajero que acciona el mecanismo hidráulico es de naturaleza neumática y también se debe garantizar su correcto funcionamiento.

4.4 Equipo de Oxicorte

El equipo de oxicorte sirve para ejecutar trabajos de corte, soldadura y calentamiento de metales. La energía que se necesita para esta acción, se produce por una combustión controlada de la mezcla de gases (oxígeno + acetileno u oxígeno + propano) y se aplica por medio de un soplete. Estos equipos de oxicorte se componen de un cilindro de oxígeno, un cilindro de gas combustible

(acetileno u propano), dos reguladores, un soplete mezclador, una manguera gemela acoplada y un carro transportador.



Figura 10. Equipo de oxicorte Víctor

Fuente: Sumatec (s.f.).

De manera general y para efectos de los planes del mantenimiento, se han definido cuatro subsistemas, principales en los que se debe enfocar el mantenimiento.

Manómetros y reguladores de salida: En este tipo de quipo los reguladores y los manómetros son piezas que deben ser de la mejor calidad y que siempre deben estar operativos a las mejores condiciones para lograr un correcto funcionamiento del equipo de oxicorte.

Mango cortador: El mango soldador es la pieza del equipo donde está montado el sistema de mangueras gemelas por lo cual su integridad física debe ser revisada para evitar accidentes o mal funcionamiento.

Mangueras: Las mangueras deben tener una integridad física óptima, revisando la totalidad de su longitud buscando descartar perforaciones del sistema que generen fugas.

Carro transportador: El sistema consta de un soporte para colocar los dos cilindros con los gases para la combustión controlada todo montado sobre un sistema de dos ruedas con neumáticos, aquí se revisa la integridad del herraje, el sistema de neumáticos que no presente cortes o fugas y que el sistema de rodamientos este operativo.

4.5 Equipo de Soldadura

Los equipos de soldadura de arco eléctrico reciben esta denominación porque se trata de un equipo de trabajo o sistema de soldadura en el que se produce un salto del arco eléctrico entre la pieza que se quiere soldar, conectada a uno de los polos de la fuente de energía y el electrodo (material de sacrificio) conectado al otro polo.

La empresa industrias el Zuta Toledo S.A.S. cuenta con dos equipos de soldadura por arco eléctrico, un equipo Esab 250 y un equipo 40D de la marca Jobar, ambos equipos requieren la creación de sus planes de mantenimiento preventivo que permitan la extensión de su vida útil, así como ejecutar las soldaduras fuertes y de la mejor calidad posible. Tener un equipo de soldadura en buen estado permite un importante ahorro en tiempo y dinero ya que se evitan danos a la máquina y errores en la realización de la soldadura.



Figura 11. Equipo de soldadura ESAB

Fuente: Mercado Libre (s.f.).

4.6 Estado actual de los equipos y maquinas de la empresa Industrias ZUTA Toledo S.A.S.

Para conocer el estado actual de cada maquina utilizada por la empresa Industrias el ZUTA Toledo S.A.S. se realizó la recopilación de la información por medio de entrevistas al personal de la empresa, tanto al personal administrativo encargado de la compra de repuestos como a los operarios que trabajan las maquinas.

Los datos recopilados se plasman en el anexo 1, sin embargo, cabe mencionar las características principales que se identificaron, en el caso de las excavadoras de oruga presentan debilitamiento en los baldes, fisuras y cordones de soldadura reventados, existen algunas fugas en el center de la excavadora 312C, como norma general no se lleva un control de los equipos en ninguno de sus aspectos y los mantenimientos que se aplican a las excavadoras solo son correctivos, y no se tiene en cuenta pequeños daños, solo se hacen mantenimientos correctivos cuando dicho daño impide la operación del equipo, de allí que los baldes presenten esas fisuras y debilitamientos en su

estructura. Se aprecia también debilitamientos en las zapatas de oruga de la excavadora 320D, e incluso algunos tornillos de sujeción no están presentes.

Para el caso de la retroexcavadora cargador 400E se aprecia que tiene un estado bueno, es decir la maquina es funcional pero no tiene un estado optimo, presenta fugas en el cilindro del balde trasero, ambos baldes presentan debilitamientos y necesitan soldaduras en varias partes, el cucharon delantero tiene la lámina anti desgaste bastante delgada por su continuo uso, el labrado de las llantas esta casi disipado, lo cual es mas notorio en las llantas delanteras, otra cosa que se hizo notorio con la revisión es que los aceites utilizados no son aquellos que Caterpillar recomienda, por ejemplo los aceites diferenciales recomendados son los SAE-50 pero la empresa no utiliza este sino un aceite para engranajes genérico, lo cual no contribuye a extender la vida útil de la maquinaria.

El caso de la volqueta sigue la misma línea del resto de la maquinaria antes mencionada, se realizan mantenimientos correctivos cuando el daño o avería impide el funcionamiento del equipo, la volqueta recibe un pequeño mantenimiento preventivo, cambio de aceite y filtros cada 6000 [km] y cambio de llantas cuando su labrado se difumina, es decir cuando la rueda ya no puede estar en uso para este tipo de maquinaria según las leyes y normas de tránsito, en términos más específicos se identifica averías y abolladuras en el volcó, caída de la pintura en varios sitios y debilitamiento estructural de las láminas, el cilindro hidráulico del volcó presenta una pequeña filtración, sin embargo el nivel del líquido hidráulico está dentro del intervalo permitido, el motor tiene un consumo normal de combustible, sin embargo la tapicería y elementos de la cabina se encuentran en un estado precario, el electroventilador de la cabina no funciona correctamente, por lo que el sistema de aire acondicionado esta en mal estado, esto expone a los instrumentos de medición dentro de la cabina al polvo y la contaminación lo cual con el tiempo puede traducirse

en averías en los instrumentos de medición de la cabina. El Radiador tiene un consumo alto de refrigerante, pero no se detectan fugas ni daños en su estructura, esta por definir la razón de dicho consumo por encima de los parámetros normales. El sistema eléctrico ha sido intervenido en varias ocasiones se detectan varias añadiduras de cables y reparaciones con elementos fuera de las normas, por ejemplo, se usan cables no encauchados y fusibles que no se ajusta a los recomendados en el manual.

El equipo de soldadura, no recibe mantenimiento preventivo y el estado de ciertas partes del sistema es precario. Generalmente el switch de encendido presenta daños, en este aspecto la solución es reemplazarlo sin embargo según los operarios del equipo, el switch original del equipo trabaja a 25 amperios, pero el que tiene actualmente es de 15 amperios, lo cual puede traducirse en una vida útil mas corta y en posibles daños al equipo por el diferencial de voltaje fuera del rango normal. Los enchufes presentan quemaduras por el uso continuo y al igual que con los switches son reemplazados por piezas que se tienen a mano y no se tiene en cuenta las recomendaciones del manual. Las pinzas que se utilizan para formar el circuito eléctrico se fundieron hace tiempo y fueron reemplazado por hombre solos unidos a los cables. Los cables, aunque desgastados en su recubrimiento de caucho todavía son funcionales, aunque requieren mantenimiento o de ser posible ser reemplazados.

El equipo de oxicorte es el equipo que se encuentra en mejor estado, sus mangueras se encuentran en buen estado, lo cual es crítico en este equipo, el carro de transporte de los cilindros esta en buen estado, los neumáticos están bien, la boquilla de salida se encuentra algo desgastada, pero al igual que con la mayoría de equipos solo se reemplaza cuando su avería impide el funcionamiento del equipo, por lo cual todavía es funcional según los parámetros de mantenimiento de la empresa.

Como conclusión de esta sesión de revisión de los equipos se puede decir que la política de mantenimiento preventivo es prácticamente inexistente, la finalidad del mantenimiento en la empresa ZUTA Toledo S.A.S radica en rehabilitar equipos cuando sus daños impiden su funcionamiento, la empresa entiende que el mantenimiento preventivo no es necesario, pues gerencia destina pocos recursos a este ítem, además en los casos en los que lo realiza los suministros utilizados no se ajustan a las recomendaciones de los fabricantes.

Una vez revisadas de manera general cada una de las máquinas de la empresa ZUTA Toledo S.A.S se llenó los formatos de evaluación de estado actual de las máquinas, el cual registra los principales estados de la máquina según los subsistemas que se establecieron para cada máquina donde se califican de la siguiente manera:

MB: Muy bien, teniendo en cuenta su casilla para las observaciones.

B: Bien, teniendo en cuenta su casilla para las observaciones.

R: Regular, teniendo en cuenta su casilla para las observaciones.

P: Pobre, teniendo en cuenta su casilla para las observaciones.

El formato contiene casillas adicionales que aportan información importante que permiten identificar aspectos importantes, como planos del equipo, partes referenciadas, entre otras cosas. A continuación, se muestra en la siguiente figura el formato de evaluación y luego el procesamiento e interpretación de los datos obtenidos.

		EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA				
Evaluado por:		Joel Jaimes				
Maquina:	VOLQUETA			Marca:	INTERNACIONAL	
Modelo:	76006X4	Manual de servicio		SI		
Historial de Fallas:	NO					
No	ESTADO	MB	B	R	P	OBSERVACIONES
1	Cuerpo de la maquina	X				Buen estado
2	Motor		X			Trabaja dentro de los parametros normales
3	Cilindro		X			Presentan pequeñas fugas
4	Transmision		X			Buen estado
5	Eje delantero y traseros			X		Requieren mantenimiento/lubricacion
6	Sistema de suspension			X		Primera hoja delantera izquierda partida
7	Volco				X	Presenta grietas y necesita bastante soldadura
8	Sistema de admision y escape		X			Buen estado
9	Sistema de lubricacion		X			Buen estado
10	Sistema de refrigeracion			X		Electroventilador de cabina no funciona
11	Sistema electrico			X		Cableado deteriorado
12	Sistema hidraulico		X			Buen estado
13	Sistema de combiustible			X		No se le a realizado limpieza al motor
14	Cabina		X			En buen estado
15	Tablero e indicadores		X			Deterioro por exceso de polvo
16	Luces y alarma de retroceso	X				Aprovados
TOTAL		2	8	5	1	Fecha de Evaluacion: Diciembre 2021

Figura 12. Formato de Evaluacion del estado actual de la maquinaria

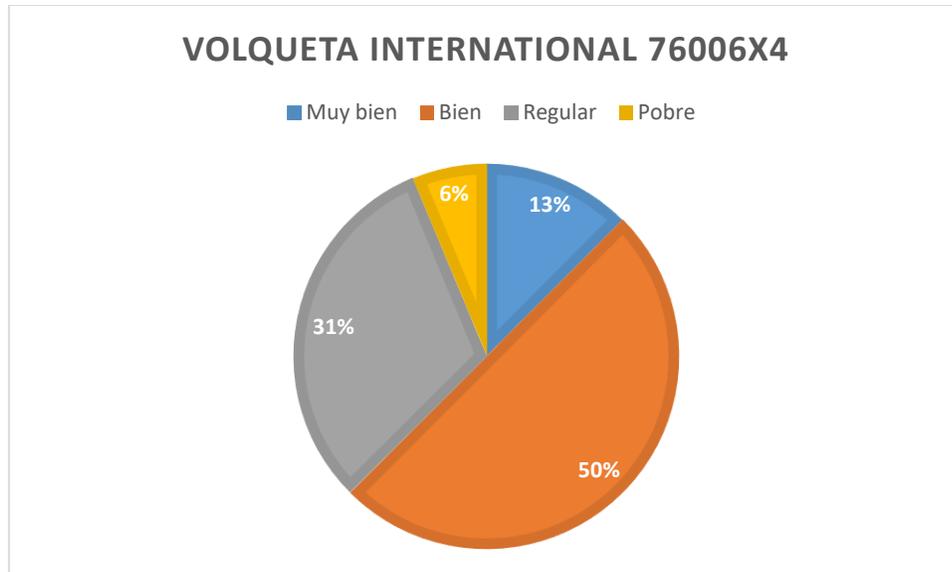


Figura 13. Tabulacion de resultados formate de estado actual de maquinaria

El anterior grafico se interpretó de la siguiente manera:

De las 16 opciones del estado que presentaba la maquina 2 se encuentran en muy buen estado lo que equivale al 13%.

8 opciones que equivalen al 50% de los elementos de la maquina estudiada se encuentran en buen estado.

El 31,% de los elementos estudiados de la maquina se encuentran en un estado regular.

El 6% de los elementos evaluados que equivalen a 1 se encuentran en un estado pobre.

4.7 Análisis de criticidad

El análisis de criticidad se define como una metodología que, usada correctamente en el mantenimiento, puede permitir establecer un orden jerárquico o de prioridad de los equipos o

maquinaria con las que cuente la empresa. Estableciendo este método se pueden tomar decisiones más acertadas con el objetivo de poder mejorar la confiabilidad de los equipos.

Para calcular la criticidad de los equipos se tiene en cuenta los siguientes factores descritos a continuación:

CRITERIOS PARA DETERMINAR LA CRITICIDAD	CUANTIFICACIÓN
Frecuencia de falla:	
Mayor de 20 fallas por año	4
Entre 10 y 20 fallas por año	3
Entre 5 y 10 fallas por año	2
Entre 1 y 5 fallas por año	1
Impacto operacional:	
Parada total de la empresa	10
Parada total de la línea de producción	8
Repercute en costos operacionales adicionales	6
No genera ningún efecto o impacto significativo sobre las operaciones de la empresa	3
Flexibilidad operacional:	
La producción se detiene por completo sin forma de recuperarla	4
Existen formas de producción pero a la mínima capacidad	3
Existen opciones de operación momentáneas	2
Existe el repuesto, se puede reparar	1
Costos de mantenimiento:	
Mayor o igual a 2'000.000	2
Menor a 2'000.000	1
Impacto en la seguridad ambiental y humana:	
Genera afectaciones en la seguridad humana interna y externa	8
Genera daños al ambiente de manera irreversible	6
Afecta las instalaciones o personal causando daños severos	4
Ocasiona daños menores en instalaciones y personal	3
Crea un impacto ambiental cuyo efecto no viola normas establecidas	2
No genera ningún tipo de afectación a personas, instalaciones y medio ambiente	1

Figura 14. Parámetros para determinar la criticidad.

Fuente: (Mora Gutierrez L. A., 1999)

Para el análisis de fallas de cada una de las máquinas se utilizó el análisis de criticidad y la matriz de criticidad, a continuación, en la figura 17 se muestra la matriz de criticidad empleada para el estudio de la maquinaria amarilla.

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Figura 15. Modelo matriz de criticidad.

Fuente: (ANGEL MENDIZABAL, 2020)

Donde:

M.C: Medianamente crítico.

N.C: No crítico.

C: Critico

El nivel de criticidad se calculará de la siguiente manera:

$$Cr = F \times C.$$

Donde:

Cr = nivel de criticidad.

F = frecuencia.

C = consecuencia, esta consecuencia se calculó de la siguiente manera:

$$C = (I.O \times F.O) + C.M + I.S.A.H.$$

Donde:

I.O = impacto operacional.

F.O = flexibilidad operacional.

C.M = costos de mantenimiento.

I.S.A.H.= Impacto en la seguridad ambiental y humana.

A continuación, se ilustra a modo de ejemplo el análisis de criticidad de una maquina y las demás serán anexados al final del documento.

		FORMATO DE ANALISIS DE CRITICIDAD					
		MAQUINA:			Excavadora Caterpillar 312C		
Elemento	FF	I.O	F.O	C.M	I.S.AH	C	CRITICIDAD
Cabina	1	3	1	1	8	12	N.C.
Motor	2	10	4	2	2	44	C
Sist. Transmision	1	8	3	2	2	28	N.C.
Sist. Frenos	1	6	2	1	1	14	N.C.
sist. Electrico	2	8	3	2	1	27	M.C.
Carroceria	3	3	1	1	1	5	M.C.
Sist. Hidraulico	2	8	4	2	2	36	C
Luces	1	3	2	1	1	8	N.C.

		INTERPRETACION DE RESULTADOS				
		10	20	30	40	50
FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		CONSECUENCIA				

Figura 16. Formato de criticidad e interpretación.

La interpretación de los resultados, se basa en el análisis de la figura 16. En el caso de la excavadora de oruga Caterpillar 312C, se deduce que los elementos más críticos para su operación son el motor y el sistema hidráulico, el resto de elementos se encuentran entre elementos

medianamente críticos y no críticos, por tanto, la elaboración del plan de mantenimiento para este equipo debe buscar dar prioridad a estos elementos.

5. Plan De Mantenimiento, actual y propuesta

5.1 Plan de mantenimiento actual de la empresa Industrias El Zuta SAS

Industrias El Zuta SAS ofrece los servicios de alquiler de maquinaria amarilla y agrícola teniendo como sector de operaciones los municipios de Toledo y Labateca ubicados en el departamento de Norte de Santander. Actualmente la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, es decir, solo se aplica mantenimiento correctivo enfocado en dar solución a averías que presente la máquina, lo cual obliga a detener el equipo por periodos de tiempo prolongados frecuentemente cuando el equipo se encuentra alquilado lo que genera e inconvenientes tanto a la empresa como al cliente.

5.2 Propuesta de plan de mantenimiento preventivo para la empresa Industrias El Zuta Toledo SAS

A continuación, se describen los planes de mantenimiento preventivo diseñados para cada equipo, la programación de las actividades y la frecuencia de ejecución de las mismas indicadas, se realizaron con base en las instrucciones de los fabricantes y a las recomendaciones de los operadores y mecánicos que poseen mayor experiencia en la maniobra de los mismos.

De igual forma se establecieron para cada una de las actividades programadas, las herramientas, y equipos necesarios para su ejecución, con el fin de generar un estimativo sobre los costos en los que debe incurrir la empresa para llevar a cabo el plan, cabe destacar, que los recursos asignados en este plan, solo corresponden a un deber ser y se establecen con el propósito anteriormente mencionado, por lo cual, son susceptibles de ser modificados de acuerdo a la disponibilidad de los mismos y de los recursos económicos de la empresa.

Por otro lado, y con la finalidad de ejercer un mejor control sobre el cumplimiento del plan propuesto, se diseñó en primera instancia un formato de operación diaria, que tal como su nombre lo indica se debe diligenciar diariamente, y corresponde a una lista de chequeo que evalúa si los aspectos fundamentales para el trabajo de un equipo poseen las condiciones adecuadas para su funcionamiento.

Adicionalmente, se crearon los planes de mantenimiento que indican la frecuencia y periodicidad de ejecución de las actividades, las fichas de programación de mantenimiento que de una forma más específica indican la fecha y hora de realización y en el que se incluyen las actividades preventivas adicionales, el formato de solicitud de mantenimiento, mediante el cual se realizan los requerimientos de los recursos necesarios para desarrollar la actividad según lo programado para cada sistema.

A continuación, se ilustra proceso propuesto para el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo, seguido de la descripción de los planes propuestos para cada equipo.

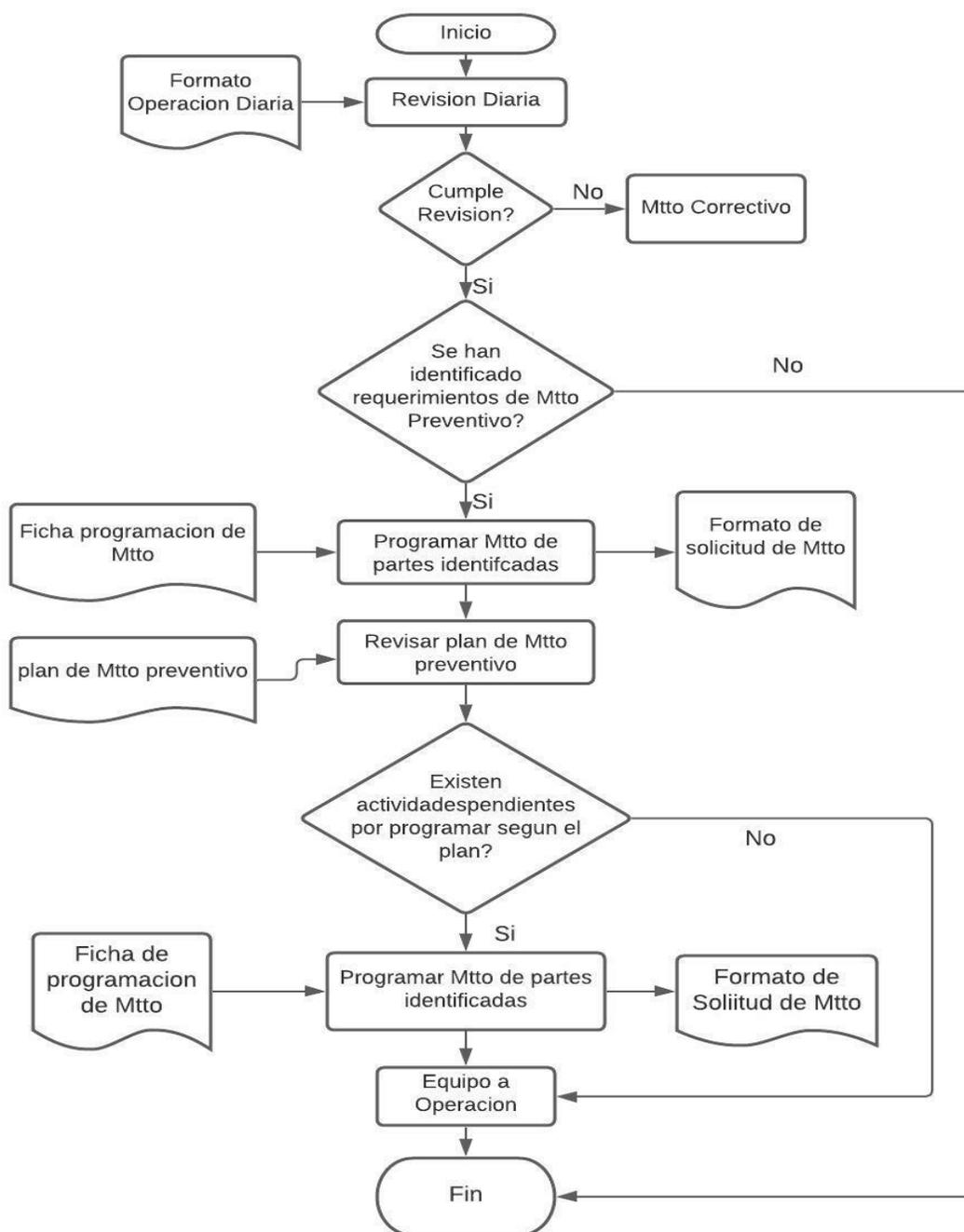


Figura 17. Proceso de mantenimiento preventivo

5.2.1 Formatos de gestión de mantenimiento. El primer paso en la correcta implementación de un plan de mantenimiento es la implementación de una serie de formatos donde se ingrese información que facilite el control de las actividades en los equipos, generando de esta forma un historial u hoja de vida que facilite diagnósticos de falla, y permita identificar los sistemas propensos a fallas.

Para la presente propuesta se crearon 2 tipos de formatos de mantenimiento, los cuales son: Formato de operación diaria, ficha de programación, y solicitud de mantenimiento.

5.2.1.1 Formato de operación diaria. En este formato se registrará diariamente los datos obtenidos de la revisión correspondiente a los componentes de la maquinaria, se realizará una inspección de las condiciones mínimas requerida por el fabricante para la operación del equipo. En la parte superior del formato se ingresa nombres de quien realiza la revisión y la fecha de esta, en nuestro caso particular el operador siempre será el encargado de realizar esta operación. Seguidamente encontraremos todas las actividades de inspección pertinentes a cada máquina en donde el operador dependiendo del estado del componente registrará si está en buen o mal estado, simbolizados en el formato con la letra B y M (Bien o Mal respectivamente). Si el operador encuentra una avería o un fallo inminente debe reportar en el espacio de observaciones la anomalía encontrada, se finaliza el formato firmando y entregado al jefe de mantenimiento.

5.2.1.2 Formato de solicitud de mantenimiento. A través de este la persona encargada de la maquinaria, le informa al ingeniero de mantenimiento que existe una falla que necesita reparación y solicita autorización para realizar los trabajos requeridos. De igual manera, notifica de la naturaleza de la falla y la reparación necesaria, así como el sistema que afecta esta (mecánico, eléctrico, hidráulico), según el trabajo que se realice. Además, se ingresa los repuestos utilizados

para la reparación y costos de la intervención. Finalmente, el formato es firmado por la persona responsable del procedimiento y el ingeniero de mantenimiento respectivamente.

Para la ejecución de los trabajos de mantenimiento Industrias El Zuta cuenta con personal certificado (Mecánico 1) con base a los cuales se calcula el costo de mano de obra de las actividades de mantenimiento. En el desarrollo de esta propuesta a cada labor se le asignó un responsable que puede ser un Mecánico 1, o el operador, cada uno de estos tiene un valor hora calculado a partir de su sueldo básico mensual. Este valor hora corresponde al costo total del mecánico en un mes dividido en 30 días y luego en 8 horas (trabajo diario), se tienen en cuenta prestaciones y servicios, no se incluye en el cálculo horas extras, debido a que éstas son sobrecostos del mantenimiento, que generalmente están considerados dentro del porcentaje de imprevistos. Es importante asentar que los costos son calculados anualmente, debido a que las actividades son desarrolladas en diferentes tiempos según las necesidades y/o requerimientos que se presenten durante el proceso.

Teniendo los costos estimados de cada actividad y los planes de mantenimiento, la elaboración del presupuesto consistirá en revisar los planes de mantenimiento, identificar las actividades programadas, las actividades extras, identificar sus costos y calcular el valor total del procedimiento.

5.3 Estimación de tiempos de mantenimiento

Los tiempos plasmados en el trabajo son el resultado de evaluaciones realizadas durante el desarrollo de actividades de mantenimiento durante el tiempo de las prácticas en la empresa, así como de conversaciones tanto con el técnico y los operarios a cargo de la maquinaria, dichos tiempos son predictivos y buscan dar simplificación y arrojar luz sobre los tiempos de

inactividades de la maquinaria por mantenimientos preventivos programados, sin embargo es necesario recalcar que estos tiempos son una aproximación y no se puede descartar el surgimiento de problemas e inconvenientes no esperados a la hora de realizar una labor por lo cual estas estimaciones deben ser tratadas como esto mismo y no definir actividades a rajatabla basados en estos datos.

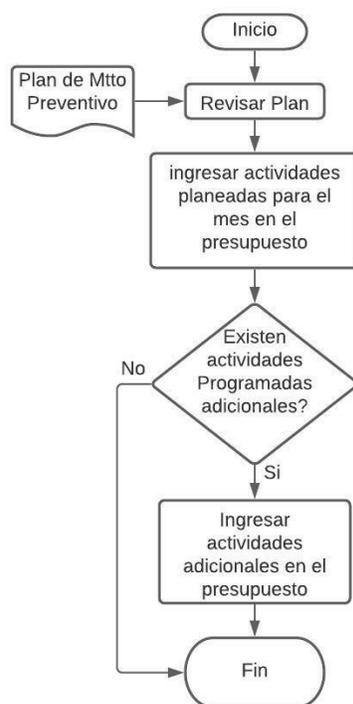


Figura 18. Proceso de creación del presupuesto

5.4 Planes de mantenimiento

A continuación, se realizará para cada máquina y/o equipo el plan de mantenimiento teniendo en cuenta las subdivisiones que se establecieron para cada uno, a tener en cuenta es que la duración de las actividades se encuentra valoradas en horas, también en algunos casos se encontrará la

abreviatura NA (No Aplica) en la sección de herramientas y equipos por ser labores que no requieren equipo adicional para su realización.

5.4.1 Excavadoras. En las siguientes tablas se relacionan las actividades establecidas para el mantenimiento preventivo de cada uno de los sub sistemas identificados para la excavadora.

5.4.1.1. Motor

Tabla 6. Plan de mantenimiento subsistema motor Excavadora

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
50	Limpieza filtro de aire	WIPE	1
250	Cambio filtro de aceite	Suelta filtro, llave o dado de ½ y 5/16 [in], depósito de aceite usado y embudo	1
250	Cambio filtro primario de aire	Suelta filtro	1
250	Cambio elemento filtrante de la bomba de combustible	Suelta filtro	1
250	Cambio filtro primario de combustible	Suelta filtro	1
250	Comprobar tensión y estado correa del ventilador	Llave de 5/8 [in]	0.5
250	Toma muestras de aceite de motor y refrigerante	Depósito de muestra, y llave de ¾ [in]	0.25

500	Compruebe ajuste tornillos del motor	Dado de 5/16 [in] con palanca de fuerza	1
500	Cambio de filtro secundario de aire	Suelta filtro	0.5
1000	Limpiar y examinar radiador	Hidro lavadora	24
2000	Cambio de líquido refrigerante	Llave de ½ [in] y depósito de líquido usado	0.5
2000	Calibración de válvulas	Calibrador` de válvulas, destornillador de pala, y llave de ½ [in]	2

Nota. Adaptado de Carterpillar. Fuente: Carterpillar (2019).

Una lubricación adecuada es muy necesaria para mantener el desempeño y vida del motor. Es esencial utilizar el aceite y los filtros diseñados para motores específicos. Ser lo más puntual a la hora de los cambios o reposiciones de aceite y filtros evitaría que estos se saturaran de impurezas y partículas contaminantes limitando sus funciones, no todos los aceites y filtros son iguales, utilice el que recomienda la ficha técnica del equipo o un homologado conservando las mismas características para los aceites y grasas (viscosidad, índice de viscosidad, punto de goteo, temperatura de operación) y para los filtros dimensiones y que estén fabricado de celulosa o material sintético que retiene más del 98% de partículas contaminantes desde 4 micrones en adelante.

5.4.1.2 Transmisión

Tabla 7. Plan de mantenimiento subsistema de transmisión Excavadora

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
500	Comprobar niveles de aceite cajas reductoras de oruga	Varilla de nivel	0.25
500	Comprobar nivel de aceite caja reductora de giro	Varilla de nivel	0.25
1000	Cambiar aceite caja reductora de giro	Llave o dado de 1 [in] depósito de aceite usado, embudo	1
1000	Cambiar aceite caja reductora de orugas	Llave o dado de 1 [in] depósito de aceite usado, embudo	1

Nota. Adaptado de Carterpillar. Fuente: Carterpillar (2019).

En el sistema de transmisión hay que estar muy atentos a que los depósitos de aceite estén siempre a su nivel, ya que si tiene muy poco o nada afectara la vida útil de esta o si tiene mucho dañara los retenedores haciendo que el aceite se salga, presentando goteo.

El aceite en sistemas hidráulicos es usado tanto para la lubricación como para la transmisión de potencia, debe ser lo suficiente viscoso para lubricar las partes móviles eficientemente, pero lo suficientemente delgado para actuar como un refrigerante eficiente, conservando así la vida útil de los filtros y brindando una óptima protección del equipo.

5.4.1.3 Frenos

Tabla 8. Plan de mantenimiento subsistema de frenado Excavadora

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
10	Nivel de aceite del sistema	Varilla de nivel	0.15
80	Comprobar y ajustar freno de mano	Pinzas, llave de 7/16 [in]	0.5
2000	Cambiar aceite	Lave ½ [in], wipe, depósito para aceite usado y embudo.	1

Nota. Adaptado de Carterpillar. Fuente: Carterpillar (2019).

El estado y el nivel de aceite en los frenos es de gran prioridad, debido a la frecuencia de inspección (diaria), en este sistema, los frenos dependen directamente del aceite con el que este cuenta, debido a que la activación de la maneta empuja las pastillas sobre los discos. Se debe tener en cuenta que el líquido de frenos trabaja en condiciones de presión y de temperatura muy altas.

5.4.1.4 Sistema Eléctrico. Se recomienda que para la realización de las actividades de mantenimiento se cuente con el personal adecuado, es decir con un electricista, ya que este sistema de vital importancia pues el cableado y los sensores vinculados a este monitorean y registran la información de los subsistemas y de funcionamiento de la máquina.

Tabla 9. Plan de mantenimiento subsistema de eléctrico Excavadora

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
48	Comprobar estado de cables y ramales del sistema	NA	1
80	Comprobar estado y aprietes de los bornes de la batería	Llave # 12	1
250	Comprobar nivel de electrolito de la batería (si aplica).	Equipo medidor electrolítico	1

Nota. Adaptado de Caterpillar. Fuente: Caterpillar (2019).

5.4.1.5 Carrocería y cabina.

Tabla 10. Plan de mantenimiento subsistema de carrocería y cabina Excavadora

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
10	Comprobar nivel de líquido de limpiaparabrisas	NA	0.10
10	Engrasar pala de almeja	Aceitera	0.10
80	Comprobar estado de la pintura	NA	0.15
250	Comprobar y engrasar todos los pasadores y bujes	Aceitera y grasa	0.66
250	Lubricar bisagras de puertas y ventanillas	Aceitera y grasa	0.66
250	Comprobar ajuste de puertas	NA	0.25

250	Comprobar funcionamiento y/o estado del asiento	NA	0.25
250	Comprobar y limpiar maquina en general	NA	3

Nota. Adaptado de Carterpillar. Fuente: Carterpillar (2019).

Tabla 11. Repuestos filtros y aceites Excavadora de Oruga 312C

REFERENCIA	DESCRIPCION	CANT
452-6006	Grasa CAT	1
1R-1804 o 207-2757	Filtro primario de combustible	1
460-0310	Elemento separador de agua del sistema de combustible	1
7W-2326	Filtro de aceite del motor	1
528-0585	Filtro de aire primario del motor	1
5153973	Aceite del motor por galón	2.3
SOS2002A	KIT de muestra de aceite del motor	1
SOS2002R	KIT de muestra del refrigerante	1
346-6688	Filtro de aire secundario del motor	1
471-7003	Filtro de aceite de transmisión	1
362-1163 o 9X-7357	Filtro de aceite del sistema hidráulico	1
211-2660	Filtro del sistema de aire acondicionado de la cabina	1

417-8134	Filtro de recirculación de aire cabina	1
1053335	Aceite de mandos finales por galón	0.4
8T9572	Aceite de transmisión por galón	4
225-6451	Empaquetadura del sistema de válvulas	1
254-2267	Sensor de agua	1
309-6931	Aceite del sistema hidráulico por galón	10.6
119-5152	Líquido refrigerante por galón	4.9

Nota. Adaptado de Carterpillar. Fuente: Carterpillar (2019).

Tabla 12. Repuestos filtros y aceites Excavadora de oruga 320D

REFERENCIA	DESCRIPCION	CANT
452-6006	Grasa CAT	1
438-5386	Filtro primario de combustible	1
360-8960	Filtro secundario de combustible	1
479-8989	Filtro primario de aire del motor	1
322-3155	Filtro de aceite del motor	1
5153975	Aceite de motor por galón	4
SOS2002R	KIT de muestra para refrigerante	1
SOS2002A	KIT de muestra para aceite motor	1
479-8991	Filtro secundario de aire del motor	1

500-0957	Filtro de aire acondicionado de la cabina	1
8T9576	Aceite de transmisión por galón	1.3
474-0599	Empaquetadura de válvulas	1
590-9787	Filtro Hidráulico	1
350-7735	Filtro de tapa de combustible	1
8T9576	Aceite de mandos finales por galón	2.6
238-8649	Líquido refrigerante por galón	6.6
281-8744	Sensor de temperatura de agua	1

Nota. Adaptado de Carterpillar. Fuente: Carterpillar (2019).

5.4.2 Retroexcavadora Cargadora

5.4.2.1 Motor

Tabla 13. Plan de mantenimiento subsistema de Retroexcavadora Cargadora

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
10	Comprobar nivel de líquido de refrigerante	NA	0.2
10	Comprobar nivel de aceite	Varilla de nivel	0.15
10	Vaciar separador agua-ACPM	NA	0.10
250	Cambio de filtro y aceite	Suelta filtro, depósito para aceite quemado	2

250	Cambio de filtro separador agua-Combustible	Suelta filtros	0.20
250	Cambio de filtro combustible del motor	Suelta filtros	0.1
250	Comprobar ajuste de los soportes del motor	Dado de $\frac{3}{4}$ [in] con extensión de fuerza	0.25
250	Comprobar estado de todas las mangueras	NA	1
500	Cambio filtro de aire primario	NA	0.1
500	Comprobar correa y accesorios	Llave de $\frac{3}{4}$ [in]	0.2
500	Limpiar radiador	Hidro lavadora	24
1000	Vaciar y llenar sistema de refrigeración	Llave de $\frac{1}{2}$ [in] depósito de líquido	2
2000	Limpiar tamiz de respiradero	Wipe	0.10
2000	Comprobar retenes del tubo de llenado de aire	NA	0.20
2000	Calibración de válvulas	Calibrador, destornillador de paletas, llave de $\frac{1}{2}$ [in]	3
2000	Cambio de tapa de balancines y de inyectores	Llave de $\frac{1}{2}$ [in]	1
6000	Cambio de correa de accesorios	Llave de $\frac{3}{4}$ [in]	0.5

6000	Cambio de inyectores	Juego de dados desde 7/16 hasta 1 [in], llave de expansión, pinzas y destornilladores	24
6000	Cambio de conducto de rebose de inyectores	Juego de dados desde 7/16 hasta 1 [in], llave de expansión, pinzas y destornilladores	0.5
6000	Examinar líneas de combustible de alta presión	Llave de 3/4 [in]	0.5

Nota. Adaptado de Carterpillar. Fuente: Carterpillar (2012).

Para este tipo de motores es recomendable usar un buen combustible y aceite para prolongar la vida útil de todos los sistemas que componen al motor.

5.4.2.2 Transmisión, Puente y Dirección.

Tabla 14. Plan de mantenimiento subsistema de transmisión, puente y dirección de las Retroexcavadoras Cargadoras

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
10	Comprobar nivel de aceite de la transmisión	Llave L # 10	0.25
10	Comprobar estado de los neumáticos y presiones	Calibrador	0.10
10	Engrase de semiejes	Aceitera	0.10

250	Comprobar niveles de aceites en puentes incluidos los cubos	Varillas de nivel	0.5
250	Comprobar estado cojinetes delanteros	Llave de 1 1/8 [in]	1
250	Engrasar pivotes y varillas del puente de la dirección	Aceitera	0.25
250	Comprobar pivote principal del puente delantero	NA	0.3
500	Cambio filtro de la transmisión	Suelta filtro	0.25
500	Cambiar aceite del diferencial	Llave L # 10, caneca para aceite quemado, embudo	2
1000	Cambiar aceite de la transmisión	Llave L # 10, caneca para aceite quemado, embudo	1
1000	Cambiar aceite de puentes, incluidos los cubos	Llave L # 10, caneca para aceite quemado, embudo	1
1000	Limpieza de pro filtro de la transmisión	Wipe	0.20

Nota. Adaptado de Carterpillar. Fuente: Carterpillar (2012).

Para un buen funcionamiento de este sistema, se necesita estar muy atentos al nivel de aceite.

5.4.2.3 Sistema Hidráulico

Tabla 15. Plan de mantenimiento subsistema hidráulico de las Retroexcavadoras Cargadoras

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
10	Comprobar nivel de aceite hidráulico	NA	0.1
250	Comprobar cilindros hidráulico y estado de partes cromadas	NA	0.25
500	Cambiar filtro de aceite hidráulico	Suelta Filtros	0.20
500	Limpiar enfriador de aceite hidráulico	Hidro lavadora	1
2000	Toma de muestras y cambio de aceite hidráulico	Depósito de muestra, embudo, Llave de 7/16 [in] caneca	4
2000	Limpiar pre filtro de aceite hidráulico	Equipo de limpieza	0.5
2000	Cambiar tapa de llenado del depósito de aceite hidráulico con filtro incorporado	Llave o switch	0.5

Nota. Adaptado de Carterpillar. Fuente: Carterpillar (2012).

Es recomendable usar los aceites hidráulicos que sugiere el fabricante debido a que todas las piezas que componen este sistema están diseñadas para que funcionen con este aceite.

5.4.2.4. Frenos

Tabla 16. Plan de mantenimiento subsistema de frenos de las Retroexcavadoras Cargadoras

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
10	Revisión del nivel de aceite del sistema de frenos	NA	0.20
250	Comprobar y ajuste del freno de mano	Pinzas, llave de 5/8 [in]	0.5
2000	Cambio de aceite del sistema de frenos	Depósito para aceite descartado y llave de 5/8 [in]	0.5

Nota. Adaptado de Caterpillar. Fuente: Caterpillar (2012).

El sistema de freno siempre debe encontrarse en perfecto estado por las implicaciones de seguridad que tiene este sistema.

5.4.2.5. Sistema Eléctrico

Tabla 17. Plan de mantenimiento subsistema eléctrico de las Retroexcavadoras Cargadoras

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
250	Comprobar ramales eléctricos en cuanto a roce y enrutamiento	NA	0.30
250	Comprobar terminales de la batería y estado de la misma	Llave #12	0.10
500	Comprobar nivel de electrolito de la batería si aplica	Equipo para medir electrolito	2

Nota. Adaptado de Caterpillar. Fuente: Caterpillar (2012).

5.4.2.6. Carrocería y Cabina

Tabla 18. Plan de mantenimiento subsistema de cabina y carrocería de las Retroexcavadoras Cargadoras

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
10	Comprobar nivel de líquido limpiaparabrisas	NA	0.10
10	Ajuste del trabajador de la pluma	NA	0.10
10	Comprobar y ajustar soportes de estabilizadores laterales	NA	0.15
10	Engrasar pala de almeja	Aceitera	0.10
250	Comprobar y engrasar todos los pasadores y bujes	Aceitera	1
250	Comprobar estado de la pintura	NA	0.30
500	Lubricar bisagras de puertas, ventanillas	Aceitera	0.20
500	Comprobar puerta-ajuste	NA	0.10
500	Comprobar asiento-funcionamiento	NA	0.10
500	Limpieza y lavado general	Hidro lavadora	24

Nota. Adaptado de Caterpillar. Fuente: Caterpillar (2012).

En la Tabla 19, se muestra el listado de filtros y aceites correspondientes a la Retrocargador.

Tabla 19. Repuestos filtros y aceites retroexcavadora cargadora 420E

REFERENCIA	DESCRIPCION	CANT
293-4053 ELEMENT-AIR PRIMARY	Filtro de aire primario	1
361-9554 ELEMENT-WATER SEPARATOR	Filtro de Aire cabina	1
156-1200 FILTER AS-WATER SEPARATOR	Filtro primario de combustible	1
227-7449 ELEMENT-AIR SECONDARY	Filtro secundario de combustible	1
7W-2326 FILTER A	Filtro de aceite	1
2487518 1 GAL DEL 15W-40	Aceite Motor	4
SOS2002A KIT MUESTRA ACEITE	Kit depósito de muestra aceite motor	1
SOS2002R KIT MUESTRA REFRIGERANTE	KIT depósito de muestra refrigerante	1
119-4740 FILTER AS- TRANSMISSION	Filtro de aceite de transmisión	1
126-1817 FILTER AS- HYDRAULIC OIL	Filtro de aceite hidráulico	1
9R-9925 FILTER	Filtro del respiradero hidráulico	1
227-7449 ELEMENT AS-AIR SECONDARY	Filtro de aire motor	1
8T9576 5 GAL TDTO SAE 50	Aceite de transmisión	2

8T9572 5 GAL TDTO SAE 30	Aceite del diferencial trasero	2
197-0017 AXLE & BRAKE OIL ADDITIVE	Aceite de frenos	1
225-6451 GASKET	Empaquetadura de válvulas	1
150-7732 SEAL O-RING	Cambio de sellos de anillos	1
452-6006 CAT GRASE	Grasa	1

Nota. Adaptado de Carterpillar. Fuente: Carterpillar (2012).

5.4.3 Volqueta Internacional 76006X4

5.4.3.1 Motor.

Tabla 20. Plan de mantenimiento para el subsistema del motor de las volquetas

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
10	Revisión del indicador de presión de aceite del motor	NA	0.10
10	Revisión del nivel de refrigerante	NA	0.10
50	Revisión del exhosto	NA	0.10
250	Revisión y tensión de la correa del alternador	Llave ½ [in]	0.10
250	Limpieza del respiradero del eje delantero	Hidro lavadora	0.50
250	Limpieza del respiradero del eje trasero	Hidro lavadora	0.50

250	Limpieza del radiador	Hidro Lavadora	2
500	Cambio del filtro de combustible	Suelta filtros, llave de $\frac{3}{4}$ [in], depósito de aceite quemado	0.50
1000	Cambio del separador de agua combustible	Suelta filtros	0.50
1000	Cambio del filtro del refrigerante	Suelta filtros, llave de $\frac{3}{4}$ [in],	0.50
1000	Revisión del turbo alimentador	NA	0.20
1000	Revisión del compresor	NA	3
2000	Cambio del refrigerante	Llave de $\frac{3}{4}$ [in] depósito de líquido descartado, embudo	0.50
2000	Calibración de la bomba de inyección y los inyectores	Calibrador, destornillador de pala, llave de $\frac{1}{2}$ [in]	5
2000	Calibración y limpieza de las válvulas de restricción de aire	Calibrador, sellos y kit de válvulas nuevas	2
2000	Sustitución de rodamientos	Rodamientos, llaves desde $\frac{7}{16}$ [in] hasta 1 [in]	5
2000	Mantenimiento del sistema de aire acondicionado	Manómetros, refrigerante, kit de mantenimiento.	24

Nota. Adaptado de International. Fuente: International (2012)

5.4.3.2. Sistema de Frenos

Tabla 21. Plan de mantenimiento para el subsistema de frenos de las volquetas

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
10	Revisión del nivel de aceite del sistema de frenos	NA	0.20
50	Revisión de las cámaras de frenado traseras	NA	0.30
250	Comprobar y ajuste del freno de mano	Pinzas, llave de 5/8 [in]	0.5
2000	Cambio de aceite del sistema de frenos	Depósito para aceite descartado y llave de 5/8 [in]	0.5

Nota. Adaptado de International. Fuente: International (2012)

5.4.3.3 Sistema Eléctrico

Tabla 22. Plan de mantenimiento para el subsistema del sistema eléctrico de las volquetas

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
10	Revisión del tablero de control	NA	0.1
250	Revisión de bornes, carga y estado de la batería	NA	0.5
250	Revisión de carga del alternador	NA	0.1
250	Revisión de los empalmes eléctricos	NA	0.5

500	Revisión del nivel de electrolito y estado de las celdas de la batería	Medidor de electrolito de batería	0.5
1000	Revisión de las líneas eléctricas	NA	2
1000	Revisión y cambio de fusibles	Fusibles	1
1000	Adición de agua destilada a la batería (Si aplica)	Agua destilada, destornillador de pala, gotero calibrado	2

Nota. Adaptado de International. Fuente: International (2012)

5.4.3.4 Chasis y Carrocería

Tabla 23. Plan de mantenimiento para el subsistema del chasis y carrocería de las volquetas

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
50	Revisión de las láminas de las ballestas traseras y delanteras	NA	0.50
50	Lubricación de los cilindros de inclinación de las ruedas delanteras	Aceitera	0.2
50	Lubricación de los piñones de gira círculo	Aceitera	0.2
50	Revisión del amortiguador de vibraciones	NA	0.1
50	Limpieza y engrase de los puntos de unión	Hidro lavadora, aceitera	1

250	Revisión de la integridad del volcó de carga	NA	0.5
250	Lubricación de cardanes.	Aceitera	0.5
1000	Reemplazo de los soportes del motor	Dado o llave de 1 [in], extensor de fuerza	2
2000	Ajuste de los tornillos de sujeción del turbo	Dado de 7/16 y 1 [in]	0.5
3000	Revisión de la pintura	NA	0.5

Nota. Adaptado de International. Fuente: International (2012)

5.4.3.5 Sistema Hidráulico y Neumático

Tabla 24. Plan de mantenimiento para el subsistema hidráulico y neumático de las volquetas

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
10	Revisión del estado de llantas y rines	NA	0.10
10	Revisión de los pernos de las llantas	Dado de ½ [in]	0.10
10	Revisión de la presión de las llantas	Calibrador	0.10
250	Revisión de la línea hidráulica	NA	0.10
250	Revisión de la línea neumática	NA	0.20
250	Limpeza del filtro de succión hidráulica	Hidro lavadora	0.50

500	Revisión de fugas en el cilindro hidráulico	NA	0.5
3000	Cambio de los sellos en el cilindro hidráulico	Suelta vástagos, Kit de sellos nuevos, forma juntas, grasa.	5

Nota. Adaptado de International. Fuente: International (2012)

5.4.3.6 Sistema de Transmisión

Tabla 25. Plan de mantenimiento para el subsistema de transmisión de las volquetas

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
1000	Revisión del nivel de aceite de transmisión	Varilla medidora	0.6
1000	Cambio de aceite de transmisión	Embudo, deposito para el aceite descartado	0.3
1000	Cambio de aceite de servo transmisión	Embudo, depósito para el aceite descartado	0.5

Nota. Adaptado de International. Fuente: International (2012)

Tabla 26. Repuestos filtros y aceites Volqueta

REFERENCIA	DESCRIPCION	CANT
P550769 DONALDSON	Filtro de aceite	1
P547520 DONALDSON	Pre filtro	1
P607965 DONALDSON	Filtro de aire primario	1
AS5850 SP ALLIENCE	Filtro separador de agua	1

P550762 DONALDSON	Filtro ACPM	1
P552518 DONALDSON	Filtro de aceite diferencial	1
AC3039-710797	Filtro de aire acondicionado	1
DELO 400 SDE	Aceite Motor	7 [gln]
AW60	Refrigerante	12 [gln]
DELO CHEVRON	grasa	1 [cuñete]

Nota. Adaptado de International. Fuente: International (2012)

5.4.4 Equipo de Soldar

Tabla 27. Plan de mantenimiento para el equipo de soldadura

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
10	Revisar el estado del material aislante del mango portaelectrodos.	NA	0.10
50	Verificar que los cables conductores no se encuentren cortados.	NA	0.10
250	Verificar que los terminales de conexión no se encuentren quemados	NA	0.5
250	Verificar que las pinzas de contacto no presenten deformaciones.	NA	10
250	Limpieza de la unidad	Wipe	1

5.4.5 Equipo de Oxicorte

Tabla 28. Plan de mantenimiento para el equipo de oxicorte

FRECUENCIA (H)	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS O EQUIPOS	DURACION (H)
10	Verificación del funcionamiento de los manómetros de oxígeno y combustible	NA	0.10
10	Verificar la funcionabilidad de las válvulas de cilindros para evitar pasos no deseados de los gases	NA	0.10
50	Inspeccionar el estado de las mangueras	NA	0.50
50	Verificar el estado del extintor	NA	0.10
50	Verificar el estado del herraje del carro de transporte	NA	0.10
250	Verificar el estado de los neumáticos	NA	0.10
250	Verificar el estado de los cilindros contenedores	NA	0.50
250	Verificación y limpieza del pico de corte	NA	0.50

Una vez definidos los programas de mantenimiento para los diferentes equipos de la empresa Industrias Zuta Toledo S.A.S. en la tabla 29 se registra el cronograma de actividades, se plantea

que las actividades preventivas de 50 horas se realice cada semana, las actividades de mantenimientos preventivos se realicen cada 250 horas aproximadamente, para lo cual se destinara entre la tercera y la cuarta semana de cada mes según corresponda, se utiliza en ciertas ocasiones los días finales de la tercera semana del mes para evitar sobrecarga de trabajo para el equipo de mantenimiento y también evitar retrasos o incumplimientos en las fechas programadas por la aparición de imprevistos.

Se destinan dos ocasiones en el año para mantenimientos programados, a mitad y al finalizar el año, lo cual implica que la realización de reparaciones y paradas de máquinas por varios días deben tratar de hacerse coincidir con estas fechas, se espera que en ciertas ocasiones no sea necesario realizar mantenimientos programados por lo cual en estas situaciones se utilizara este tiempo para mantenimientos preventivos según corresponda en el cronograma de actividades.

Tabla 29. Cronograma de actividades de mantenimiento

	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																																Formato																	
	INDUSTRIAS EL ZUTA TOLEDO S.A.S																																Version	Ver-N1																
																																	Fecha	11/11/2021																
MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA Y EQUIPOS																MANTENIMIENTO PREVENTIVO CADA 50 HORAS																																		
MAQUINAS	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
Retroexcavadora 420E				25								27				25				16	24				27				25				25				26				24				25				18	
Excavadora de Oruga 312C				22								26				26				18	25				28				25				26				27				25				26				19	
Excavadora de Oruga 320D				25								25				27					27				27				26				27				28				26				28				20	
Volqueta International				23								24				28					26				29				27				29				29				27				29				21	
Equipo de Oxicorte Victor				26								26				29					26	2				30				28				30				30				28				30				22
Equipo de soldadura ESAB 250				24								22				28					27	1				28				29				31				29				27				28				18
Equipo de soldadura JOBAD 40D				26								28				30					28	8				29				28				30				28				29				29				23
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO A REALIZAR					MANTENIMIENTO PREVENTIVO								MANTENIMIENTO CORRECTIVO								MANTENIMIENTO PROGRAMADO								MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO																					
Elaborado por:		_____										Aprobado por:		_____																																				
Fecha:		_____										Fecha:		_____																																				

6. Recomendaciones de conservación

Para conservar la maquinaria en buen funcionamiento, es necesario seguir estrictamente las recomendaciones que requieran todos los sistemas.

6.1 Sistema de Combustible

Se debe llenar el tanque de combustible al finalizar cada jornada de trabajo, para eliminar el aire cargado de humedad y evitar la condensación. No llenar el tanque hasta el borde, pues el combustible se expande cuando se calienta y podría rebalsar.

Se debe verificar el nivel de combustible con la varilla de medición en la abertura de llenado. No hay que llenar los filtros de combustible con combustible antes de instalarlos. El combustible contaminado puede acelerar el desgaste de las piezas del sistema.

Después de cambiar los filtros del combustible, se debe purgar y cebar el sistema de combustible, para eliminar las burbujas de aire del sistema. El agua y los sedimentos se deben drenar del tanque de combustible al comienzo de cada turno de trabajo o después de haber llenado el tanque y de haberlo dejado asentar durante 5 a 10 minutos.

6.2 Sistema Hidráulico

El aceite de compensación agregado al sistema hidráulico se debe mezclar con el aceite que se encuentra en el tanque. El agua o el aire pueden provocar la falla de la bomba. Si el aceite hidráulico se vuelve turbio, significa que está entrando agua o aire al sistema. Se debe drenar el fluido, volver ajustar las abrazaderas de las tuberías hidráulicas de succión, así purgar el sistema y volver a llenarlo.

6.3 Sistema de admisión de aire

El elemento primario se puede limpiar hasta seis veces, antes de tener que cambiarlo. Se cambia el elemento primario una vez al año, aunque no se haya limpiado seis veces. Cuando se atiende el elemento primario por tercera vez, hay que cambiar el filtro secundario. Se debe desechar cualquier elemento que esté rasgado o roto en el material del filtro.

6.4 Sistema Eléctrico

Al utilizar una fuente eléctrica externa para arrancar la máquina, hay que girar el interruptor general a la posición de apagado y sacar la llave antes de conectar los cables auxiliares. Cuando se utilizan cables auxiliares, debe asegurarse de que están conectados en paralelo: positivo (+) a positivo (+) y negativo (-) a negativo (-). No hay que permitir que se junten los cables, pues de lo contrario emitirán una descarga, lo cual atentaría contra la seguridad del que los esté manipulando. Utilizar únicamente un voltaje igual para arranque auxiliar. La utilización de un voltaje más alto deteriorará el sistema eléctrico.

6.5 Sistema de Enfriamiento

Nunca se debe agregar refrigerante a un motor recalentado; hay que dejar que el motor se enfríe antes de hacerlo. El agua es siempre corrosiva a temperaturas de operación del motor. Use agua limpia con bajo contenido de minerales que formen escamas. No utilice agua ablandada Químicamente. Agregue al agua inhibidor de sistemas de enfriamiento para protección contra la corrosión.

Cuando se utilizan soluciones de agua y anticongelante permanente en el sistema de enfriamiento, hay que drenar la solución y cambiarla cada 2000 horas de servicio o una vez al año.

Cuando se agrega inhibidor de sistemas de enfriamiento cada 500 horas de servicio o 3 meses, no es necesario vaciar y volver a llenar el sistema una vez al año. El período de drenaje se puede extender a cada 4000 horas de servicio o 2 años.

7. Conclusiones

Luego de haber culminado la realización de este trabajo, y teniendo en cuenta los objetivos planteados, podemos concluir que:

Lo principal para desarrollar un plan de mantenimiento, es identificar claramente los equipos que se enmarcaran en el mismo, para el caso en estudio se tuvo en cuenta el direccionamiento estratégico de la empresa. Por otro lado, es importante tener presente el modelo de la maquinaria (año) y su nivel de utilización con el fin de tener un mayor control sobre su vida útil, asignando prioridad a aquellas que su funcionalidad se encuentra más comprometida por estas razones.

El presente proyecto no conto con ningún tipo de plan de mantenimiento documentado como referencia de la empresa Industrias El Zuta SAS, sin embargo, se utilizaron como similares, los catálogos y manuales de los equipos, adicionalmente se destaca el valor de la investigación en campo, pues el desarrollo del plan fue apoyado en gran parte por todos aquellos conocimientos de sus trabajadores, obtenidos en su mayoría a través de la experiencia, y que aportan en gran medida información, sobre la realidad de la ejecución de los trabajos, parte que no es contemplada en la idealidad de los manuales y libros.

Para la realización del plan de mantenimiento, es importante definir los aspectos bajo los cuales se debe realizar, procurando garantizar el cumplimiento de los objetivos del mismo, sin embargo, se observó que también es importante que su documentación sea de fácil manejo, pues este debe ser completamente documentado y una metodología tediosa podría comprometer el diligenciamiento de los registros.

Finalmente, siendo uno de los objetivos del mantenimiento preventivo la disminución de los costos, se debe realizar un análisis o un estimativo de los mismos, que muestre para su estudio y aprobación que estos no superan los costos del mantenimiento correctivo.

8. Referencias Bibliográficas

- Alarcón García, J. M. (2004). Implementación de un sistema preventivo, auxiliado por un software, para una línea de pintura electroforética. Tesis de Grado. Universidad de las Américas Puebla.
- Amazon. (s.f.). Para CAT 420E IT Backhoe Loader 1/50 DIECAST Model. Amazon: Recuperado de <https://amzn.to/3peMr1u>
- Bobcat Loaders. (s.f.). Redesigned Instrument Panel for Bobcat Loaders. Bobcat: Recuperado de <http://www.bobcat.com/publicadmin/viewArticle.html?id=11866>
- Cablecentro SAC. (s.f.). Estrobos. CablecentroSAC: Recuperado de: <http://www.cablecentrosac.com/estrobos.html>
- Carterpillar. (2012). Manual de operación de la retroexcavadora cargadora 416E.
- Carterpillar. (2019). Manual de operación de la excavadora 320gc.
- García Garrido, S. (2003). Organización y gestión integral del mantenimiento (1ª ed.). Díaz de Santos.
- Hernández De La Espriella, O. (2010). Plan de mantenimiento preventivo de los montacargas Seatech International INC. Tesis de Grado. Universidad Tecnológica de Bolívar.
- Hobby Search Diecast Car. (s.f.). Cat 320D L Hydraulic Excavator (Diecast Car). Hobby Search Diecast Car .Recuperado de: <https://www.1999.co.jp/eng/10445412>
- Industrial Supply SEFI. (s.f.). Motores y refacciones para motor Caterpillar Komatsu Case John Deere. Industrial Supply SEFI. Recuperado de: <https://sefi.supply/producto/motores-2/>

International. (2012). Manual de operación de maquinaria pesada serie internacional 7600X.

Mercado Libre. (s.f.). Soldador Inversor Lhn202i Pro 110/220v Esab. Mercado Libre: Recuperado de <https://bit.ly/3lpWjnK>

Mora, L. A. (2010). Mantenimiento: planeación, ejecución y control (1ª ed.). Alfaomega.

Patton, J. (1988). Maintainability and maintenance (2ª ed.). Instrument Society of America.

Silva, P. (2009). El mantenimiento en la práctica (1ª ed.).

Sumatec. (s.f.). Equipo Medalist 350 Hd Propano VICTOR. Sumatec: <https://bit.ly/31gpzXa>

Toapanta Quispe, F. A., & Yáñez García, H. L. (2009). Diseño de un plan de mantenimiento para el equipo camionero y vehículos que dispone el gobierno municipal de Tena, Provincia de Napo. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Anexos

16	Estado de los mandos de avance																		
17	Estado de los mandos de estacionamiento																		
18	Estado de los mandos de levante del brazo																		
19	Estado de los mandos finales																		
20	Estado de los cilindros hidráulicos																		
21	Estado de las mangueras de refrigeración																		
22	Estado de las zapatas																		
23	Estado de los rodillos inferiores y superiores																		
24	Estado del balde																		
25	Nivel del refrigerante																		
26	Nivel de aceite del motor.																		
27	Estado correas																		
OBSERVACIONES																			
PUNTO CRITICO QUE INHABILITA EL EQUIPO PARA OPERARLO:																			
Firma del Operador:																			
Notificado responsable del Área:														Fecha:					

15	Estado del cinturón de seguridad																		
16	Estado del vidrio panorámico																		
17	Estado del extintor de incendios																		
18	Estado de las llantas y rines																		
MECANICO																			
19	Estado de la servo transmisión																		
20	Estado de la dirección																		
21	Estado y tensión de las correas																		
22	Estado de los pedales																		
23	Estado escualizacion cuchillas																		
24	Estado de las hojas de empuje o nivelación																		
25	Estado de la tornamesa (mecanismo de giro)																		
26	Estado bomba hidráulica																		
27	Estado de mandos de avance																		
28	Estado de mandos de estacionamiento																		
29	Estado general del desgarrador (balde)																		
30	Estado general del balde de excavación																		
31	Estado de los mandos de levantamiento del brazo																		
32	Pasadores y tornillos en buen estado																		
33	Estados de los cilindros hidráulicos																		
34	Resguardos y anclajes de contrapeso																		
35	Estado del Exosto (tubo de escape)																		
36	Estado general del bastidor																		
OBSERVACIONES																			
PUNTO CRITICO QUE INHABILITA EL EQUIPO PARA OPERARLO:																			

Firma del Operador:		
Notificado responsable del Área:		Fecha:

15.	Estado de mangueras, tubos racores y conexiones																		
GENERAL																			
16.	Estado del parabrisas / limpiaparabrisas																		
17.	Estado de los espejos laterales																		
18.	Estado de la alarma de retroceso / pito																		
19.	Estado del freno de servicio																		
20.	Estado del freno de emergencia																		
21.	Estado de asientos y tapicería																		
22.	Estado del sistema de carpado																		
23.	Estado de las grapas y anclajes del chasis																		
24.	Estado de la cadena del cardam																		
25.	Ajustes y seguros de las puertas																		
26.	Estado de llantas y rines (Revisar llanta repuesto)																		
27.	Estado del kit de carretera																		
OBSERVACIONES																			
PUNTO CRITICO QUE INHABILITA EL EQUIPO PARA OPERARLO:																			
Firma del Operador:																			
Notificado responsable del Área:														Fecha:					

Formatos de reporte de estado actual de la maquinaria

Anexo 4. Reporte de evaluación del estado actual de la retroexcavadora 420E

		EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA				
Evaluado por:		Joel Jaimes				
Maquina:	Retroexcavadora cargadora	Marca:	Caterpillar			
Modelo:	420E	Manual de servicio:	SI			
Historial de Fallas:	NO					
No	ESTADO	MB	B	R	P	OBSERVACIONES
1	Cuerpo de la maquina			X		Partes deterioradas, necesitan soldadura
2	Motor		X			Trabaja segun los parametros normales
3	Cilindros			X		Presentan fugas
4	Llantas			X		Requiere cambio de llantas, labrado acabado
5	Diferenciales			X		Requiere lubricacion
6	Cucharon delantero				X	Requiere soldadura y cambio de cuchillas
7	Cucharon trasero			X		Requiere soldadura
8	Sistema de admision y escape		X			Presenta desgaste
9	Sistema de lubricacion			X		Varios puntos de engrase no estan lubricados
10	Sistema de refrigeracion		X			Filtros utilizados mas alla de su vida util
11	Sistema electrico			X		Empalmes de cables en mal estado
12	Sistema hidraulico		X			Algunas mangueras desgastadas pero funcionales
13	Sistema de combustible		X			Consumo de combustible dentro de los parametros
14	Cabina			X		Deterioro de silla y mandos
15	Tablero e indicaciones		X			Presenta suciedad
16	Luces y alarma de retroceso	X				Aprobados
TOTAL		1	6	8	1	Fecha de Evaluacion: Diciembre 2021

Anexo 5. Reporte de evaluación del estado actual de la Excavadora de oruga 312C

		EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA				
Evaluado por:		Joel Jaimes				
Maquina:	Excavadora de Oruga	Marca:	Caterpillar			
Modelo:	312C	Manual de servicio:	SI			
Historial de Fallas:	NO					
No	ESTADO	MB	B	R	P	OBSERVACIONES
1	Cuerpo de la maquina		X			Partes deterioradas, necesitan soldadura
2	Motor		X			Trabaja segun los parametros normales
3	Cilindros			X		Presentan fugas
4	Tren de fuerzas			X		Perdida de fuerza en ciertos momentos
5	Tren de rodajes			X		Requiere lubricacion
6	Cucharon delantero				X	Requiere soldadura y cambio de dientes
7	Conjunto de la cadena				X	Tornillos faltantes y algunas zapatas partidas
8	Sistema de admision y escape		X			Presenta desgaste
9	Sistema de lubricacion		X			Varios puntos de engrase no estan lubricados
10	Sistema de refrigeracion			X		Filtros utilizados mas alla de su vida util
11	Sistema electrico			X		Empalmes de cables en mal estado
12	Sistema hidraulico			X		Algunas mangueras desgastadas pero funcionales
13	Sistema de combustible		X			Consumo de combustible dentro de los parametros
14	Cabina			X		Deterioro de silla y mandos
15	Tablero e indicaciones		X			Presenta suciedad
16	Luces y alarma de retroceso	X				Aprobados
TOTAL		1	6	7	2	Fecha de Evaluacion: Diciembre 2021

Anexo 6. Reporte de evaluación del estado actual de la Excavadora de oruga 320D

		EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA				
Evaluado por:		Joel Jaimes				
Maquina:	Excavadora de Oruga	Marca:	Caterpillar			
Modelo:	320D	Manual de servicio:	SI			
Historial de Fallas:	NO					
No	ESTADO	MB	B	R	P	OBSERVACIONES
1	Cuerpo de la maquina		X			Partes deterioradas, necesitan soldadura
2	Motor		X			Trabaja segun los parametros normales
3	Cilindros			X		Presentan fugas
4	Tren de fuerzas			X		Perdida de fuerza en ciertos momentos
5	Tren de rodajes			X		Requiere lubricacion
6	Cucharon delantero				X	Requiere soldadura y cambio de dientes
7	Conjunto de la cadena				X	Tornillos faltantes y algunas zapatas partidas
8	Sistema de admision y escape		X			Presenta desgaste
9	Sistema de lubricacion		X			Varios puntos de engrase no estan lubricados
10	Sistema de refrigeracion			X		Filtros utilizados mas alla de su vida util
11	Sistema electrico			X		Empalmes de cables en mal estado
12	Sistema hidraulico			X		Algunas mangueras desgastadas pero funcionales
13	Sistema de combustible		X			Consumo de combustible dentro de los parametros
14	Cabina		X			Buen estado
15	Tablero e indicaciones		X			Presenta suciedad
16	Luces y alarma de retroceso		X			Pito de reversa averiado
TOTAL		0	8	6	2	Fecha de Evaluacion: Diciembre 2021

Anexo 7. Reporte de evaluación del estado actual de la Volqueta internacional 76006X4

		EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA				
Evaluado por:		Joel Jaimes				
Maquina:	VOLQUETA			Marca:	INTERNACIONAL	
Modelo:	76006X4	Manual de servicio		SI		
Historial de Fallas:	NO					
No	ESTADO	MB	B	R	P	OBSERVACIONES
1	Cuerpo de la maquina	X				Buen estado
2	Motor		X			Trabaja dentro de los parametros normales
3	Cilindro		X			Presentan pequeñas fugas
4	Transmision		X			Buen estado
5	Eje delantero y traseros			X		Requieren mantenimiento/lubricacion
6	Sistema de suspension			X		Primera hoja delantera izquierda partida
7	Volco				X	Presenta grietas y necesita bastante soldadura
8	Sistema de admision y escape		X			Buen estado
9	Sistema de lubricacion		X			Buen estado
10	Sistema de refrigeracion			X		Electroventilador de cabina no funciona
11	Sistema electrico			X		Cableado deteriorado
12	Sistema hidraulico		X			Buen estado
13	Sistema de combiustible			X		No se le a realizado limpieza al motor
14	Cabina		X			En buen estado
15	Tablero e indicadores		X			Deterioro por exceso de polvo
16	Luces y alarma de retroceso	X				Aprovados
TOTAL		2	8	5	1	Fecha de Evaluacion: Diciembre 2021

Anexo 8. Reporte de evaluación del estado actual del equipo de Oxicorte Victor

		EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA				
Evaluado por:		Joel Jaimes				
Maquina:	EQUIPO DE OXICORTE	Marca:	VICTOR			
Modelo:		Manual de servicio:	NO			
Historial de Fallas:	NO					
No	ESTADO	MB	B	R	P	OBSERVACIONES
1	Manguera de acetileno	X				Aprobada
2	Manguera de oxigeno	X				Aprobada
3	Boquilla de salida			X		Desgaste por uso
4	Mango de boquilla		X			En buena condicion
5	Bastidor de transporte		X			En buena condicion
6	Ruedas del bastidor		X			En buena condicion
7	Cilindro de oxigeno		X			Presenta algunas abolladuras
8	Cilindro de acetileno		X			Presenta algunas abolladuras
9	Manometro cilindro acetileno	X				Aprobada
10	Manometro cilindro oxigeno	X				Aprobada
11	Valvula de paso cilindro acet.	X				Aprobada
12	Valvula de paso cilindro oxigeno	X				Aprobada
13	valvulas de paso en el mango	X				Aprobada
14	Yesquero para el oxicorte			X		Desgaste por uso
15	Palanca de paso de oxigeno			X		Desgaste por uso
16	Lentes protectores			X		Desgaste por uso
TOTAL		7	5	4	0	Fecha de Evaluacion: Diciembre 2021

Anexo 9. Reporte de evaluación del estado actual del equipo de Soldadura ESAB 250

		EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA				
Evaluado por:		Joel Jaimes				
Maquina:	EQUIPO DE SOLDADURA			Marca:	ESAB	
Modelo:	250	Manual de servicio		NO		
Historial de Fallas:	NO					
No	ESTADO	MB	B	R	P	OBSERVACIONES
1	Manija de traslado	X				Aprobado
2	Switch de encendido/apagado			X		Pieza no cumple especificaciones del fabricante
3	Cable portaelectrodo			X		Desgastado por el uso
4	Pinza Portaelectrodo		X			Desgastada por uso pero todavia es funcional
5	Pinza de Masa				X	La pinza fue reemplaza por un hombresolo
6	Cable de masa			X		Cable muy desgastado
7	Perilla selectora de amperaje		X			En buen estado
8	Carcasa		X			En buen estado
9	Enchufe/Toma corriente			X		Pieza no cumple especificaciones del fabricante
10	Cable del enchufe		X			Desgastado por el uso
11	Bobinado primario		X			En buen estado
12	Bobinado secundario		X			En buen estado
13						
14						
15						
16						
TOTAL		1	6	4	1	Fecha de Evaluacion: Diciembre 2021

Anexo 10. Reporte de evaluación del estado actual del equipo de Soldadura JOBAD 40D

		EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA				
Evaluado por:		Joel Jaimes				
Maquina:	EQUIPO DE SOLDADURA	Marca:	JOBAD			
Modelo:	40D	Manual de servicio:	NO			
Historial de Fallas:	NO					
No	ESTADO	MB	B	R	P	OBSERVACIONES
1	Manija de traslado	X				Aprobado
2	Switch de encendido/apagado		X			desgastado por uso, a veces se traba
3	Cable portaelectrodo			X		Desgastado por el uso
4	Pinza Portaelectrodo		X			Desgastada por uso pero todavia es funcional
5	Pinza de Masa			X		elemento bastante deteriorado
6	Cable de masa			X		Cable muy desgastado
7	Perilla selectora de amperaje		X			En buen estado
8	Carcasa		X			En buen estado
9	Enchufe/Toma corriente			X		Pieza no cumple especificaciones del fabricante
10	Cable del enchufe		X			Desgastado por el uso
11	Bobinado primario		X			En buen estado
12	Bobinado secundario		X			En buen estado
13						
14						
15						
16						
TOTAL		1	7	4	0	Fecha de Evaluacion: Diciembre 2021

Ficha de observación del estado actual de la maquinaria

Anexo 11. Ficha de Observación Retroexcavadora cargadora 420E

	<p>FICHA DE OBSERVACION RETROEXCAVADORA CARGADORA 420E</p>
<p>Evaluado por:</p>	<p>Joel Jaimes</p>
<p>Actualmente la maquina se encuentra trabajando en la vereda Tierra Amarilla del municipio de toledo la inspeccion se realizo en horas de la mañana en charlas con el operario nos informo que los mantenimientos se realizan aproximadamente cada 300 horas de trabajo de la maquina pero esto fluctua dependiendo de la disponibilidad de piezas como filtros y aceites para el mantenimiento, se entiende entonces que los mantenimientos preventivos no son programados para el caso de este equipo.</p> <p>Observando el estado del equipo se observa que en terminos generales la maquina es operativa, pues en el momento de la inspeccion se encontraba trabajando, sin embargo segun la politica de trabajo de la empresa los mantenimientos en la gran mayoria de los cosas son correctivos, tiene que presentarse un daño que inhabilite el equipo para que este sea reparado debido a la alta demanda que atiende la empresa, dentro de las averias se observa en especial el daño que presentan la pala delantera de la maquina y el cucharon trasero, presentan grandes desgastes en sus elementos de sacrificio, la cuchilla frontal y los dientes del balde, los cuales no son reemplazados cuando cumplen su vida util, lo cual genera daños para los puntos de soporte de estos elementos, ademas varios sitios de la estructura requiere soldadura. Las llantas tambien presentan un desgaste considerable y dos de ellas ya han alcanzado la guia que indica que su vida util esta cumplida, algunos elementos del cableado estan en mal estado y el cilindro delantero del cucharon presenta una pequeña fuga. Caterpillar recomienda para sus equipos utilizar su propia linea de filtros sin embargo la empresa utiliza algunos de otras marcas mas economicas lo cual puede contribuir al desgaste prematuro de algunas piezas.</p>	

Anexo 12. Ficha de Observación Excavadora de oruga 312C

	FICHA DE OBSERVACION EXCAVADORA DE ORUGA 312C
Evaluado por:	Joel Jaimes
<p>La excavadora de oruga 312C se encuentra laborando en la vereda River Say del municipio de Labateca en una excavacion y adecuacion de jarillones en el Rio Culaga. La maquina se reviso un sabado a medio dia, pues esta labora en horario de ocho horas de lunes a viernes y los sabados desde las siete am hasta las doce del medio dia, se pudo apreciar que la maquina se encuentra operativa, sin embargo muestra varios signos de desgaste, su estructura necesita soldadura, en cierto puntos pero nada grave, el motor trabaja dentro de los parametros normales, los cilindros gemelos del boom presentan fuga, lo cual indica que es necesario la empaquetadura de ambos cilindros hidraulicos, el tren de fuerza debe someterse a revision pues el operario declara que la maquina ha venido perdiendo fuerza a la hora de realizar labores pesadas, en su trabajo actual el desgaste y las condiciones ambientales generan que ciertas partes de la maquina deban someterse a mantenimiento o ser reemplazadas mas frecuentemente de lo normal. Las orugas presentan un deterioro avanzado, varias zapatas estan partidas y algunos tornillos de sujecion de las zapatas no estan. El sistema de refrigeracion esta trabajando adecuadamente sin embargo el reemplazo de filtros se realiza mas o menos a las 300 horas de trabajo de la maquina lo cual indica que se esta trabajando los filtros mas alla de la vida util recomendada por el fabricante, este indica cambios cada 250 horas. Los mandos y la condicion de la cabina estan bien, sin embargo se encuentran sucios, el pito de retroceso y avance funciona correctamente., por ultimo se identifico algunas mangueras hidraulicas "Tostadas" lo cual indica que es tiempo de reemplazarlas.</p>	

Anexo 13. Ficha de Observación Excavadora de oruga 312C

	FICHA DE OBSERVACION EXCAVADORA DE ORUGA 320D
Evaluado por:	Joel Jaimes
<p>La excavadora de oruga 320D se encuentra laborando en la vereda River Say del municipio de Labateca en una excavacion y adecuacion de jarillones en el Rio Culaga, junto con la excavadora 312C. La maquina se reviso un sabado a medio dia, pues esta labora en horario de ocho horas de lunes a viernes y los sabados desde las siete am hasta las doce del medio dia, se pudo apreciar que la maquina se encuentra operativa, sin embargo muestra varios signos de desgaste, su estructura necesita soldadura, en cierto puntos pero nada grave, el motor trabaja dentro de los parametros normales, el cilindro del stick esta enmpezando a presentar un muy pequeño "lagrimeo", una fuga diminuta que deberia ser atendida antes de que avance y pueda significar grandes perdidas de hidraulico, el tren de fuerza debe someterse a revision pues el operario declara que la maquina ha venido perdiendo fuerza a la hora de realizar labores pesadas.</p> <p>Las orugas presentan un deterioro avanzado, varias zapatas estan partidas y algunos tornillos de sujecion de las zapatas no estan. El sistema de refrigeracion esta trabajando adecuadamente sin embargo el reemplazo de filtros se realiza mas o menos a las 300 horas de trabajo de la maquina lo cual indica que se esta trabajando los filtros mas alla de la vida util recomendada por el fabricante, este indica cambios cada 250 horas. El center presenta fugas esporadicas, no siempre se presentan segun lo que dice el operario por lo cual deberia someterse el equipo a una inspeccion preventiva para identificar causas y sitio de la fuga y proceder a su correccion. Los mandos y la condicion de la cabina estan bien, sin embargo se encuentran sucios, el pito de retroceso y avance funciona correctamente., por ultimo se identifico algunas mangueras hidraulicas "Tostadas" lo cual indica que es tiempo de reemplazarlas.</p>	

Anexo 14. Ficha de Observación Excavadora de oruga 320D

	FICHA DE OBSERVACION EXCAVADORA DE ORUGA 320D
Evaluado por:	Joel Jaimes
<p>La excavadora de oruga 320D se encuentra laborando en la vereda River Say del municipio de Labateca en una excavacion y adecuacion de jarillones en el Rio Culaga, junto con la excavadora 312C. La maquina se reviso un sabado a medio dia, pues esta labora en horario de ocho horas de lunes a viernes y los sabados desde las siete am hasta las doce del medio dia, se pudo apreciar que la maquina se encuentra operativa, sin embargo muestra varios signos de desgaste, su estructura necesita soldadura, en cierto puntos pero nada grave, el motor trabaja dentro de los parametros normales, el cilindro del stick esta empezando a presentar un muy pequeño "lagrimeo", una fuga diminuta que deberia ser atendida antes de que avance y pueda significar grandes perdidas de hidraulico, el tren de fuerza debe someterse a revision pues el operario declara que la maquina ha venido perdiendo fuerza a la hora de realizar labores pesadas.</p> <p>Las orugas presentan un deterioro avanzado, varias zapatas estan partidas y algunos tornillos de sujecion de las zapatas no estan. El sistema de refrigeracion esta trabajando adecuadamente sin embargo el reemplazo de filtros se realiza mas o menos a las 300 horas de trabajo de la maquina lo cual indica que se esta trabajando los filtros mas alla de la vida util recomendada por el fabricante, este indica cambios cada 250 horas. El center presenta fugas esporadicas, no siempre se presentan segun lo que dice el operario por lo cual deberia someterse el equipo a una inspeccion preventiva para identificar causas y sitio de la fuga y proceder a su correccion. Los mandos y la condicion de la cabina estan bien, sin embargo se encuentran sucios, el pito de retroceso y avance funciona correctamente., por ultimo se identifico algunas mangueras hidraulicas "Tostadas" lo cual indica que es tiempo de reemplazarlas.</p>	

Anexo 15. Ficha de Observación Volqueta Internacional 76006X4

	FICHA DE OBSERVACION EXCAVADORA VOLQUETA INTERNACIONAL
Evaluado por:	Joel Jaimes
<p>La volqueta presenta un estado adecuado para su funcionamiento a diferencia de otras maquinas de la empresa se le realiza periodicamente un mantenimiento similar al que se le realizan a automoviles mas pequeños, cambio de filtros y aceites cada 6000 [km]. El estado del volco es bastante precario, tiene muchas avolladuras y maltrato por el tipo de material que tranporta, se necesita soldadura en varios puntos, el cilindro hidraulico que levanta el volco tambien presenta fuga, por lo cual aunque operativo es necesaria una correccion de esta averia. La lubricacion esta bien realizada, el operario dice que esta se realiza siempre luego de lavar la volqueta, este equipo se lava cada 20 dias mas o menos, las mangueras del sistema hidraulico se encuentran en buenas condiciones, el sistema de transmision tambien funciona adecuadamente y no se identifican fallos.</p> <p>En cuanto a la cabina la cojineria y los paneles frontales, tambien llamados mortero se encuentran en buen estado, algunos estan empezando a presentar debilitamientos pero es normal dada la vibracion a la que son sometidos, los intrumentos e indicadores de la cabina tambien estan en un buen estado sin embargo se observa mucho polvo dentro de la cabina el operario indica que el blower o electroventilador se descompuso, por lo cual es necesario la reparacion o reemplazo de esta pieza.</p>	

Anexo 16. Ficha de Observación Equipo de Oxicorte Victor

	FICHA DE OBSERVACION EQUIPO DE OXICORTE VICTOR
Evaluado por:	Joel Jaimes
<p>El equipo de oxicorte en terminos de conservacion y mantenimientos es el mejor equipo que posee la empresa ZUTA Toledo S.A.S. las condiciones de su propia operacion exigen que el equipo en sus partes criticas se encuentre en optimo estado, en terminos generales el equipo se encuentra en buen estado salvo por la yesquera que se encuentra muy desgastada y es necesario reemplazarla y la boquilla de la antorcha que por la exposicion a altas temperaturas se deteriora con el tiempo razon por la cual esta parte es intercambiable, tanto las mangueras como los cilindridos, el mango y los manometros estan en buenas condiciones.</p> <p>El equipo se encuentra en la sede principal de la empresa en el casco urbano del municipio de Toledo,</p>	

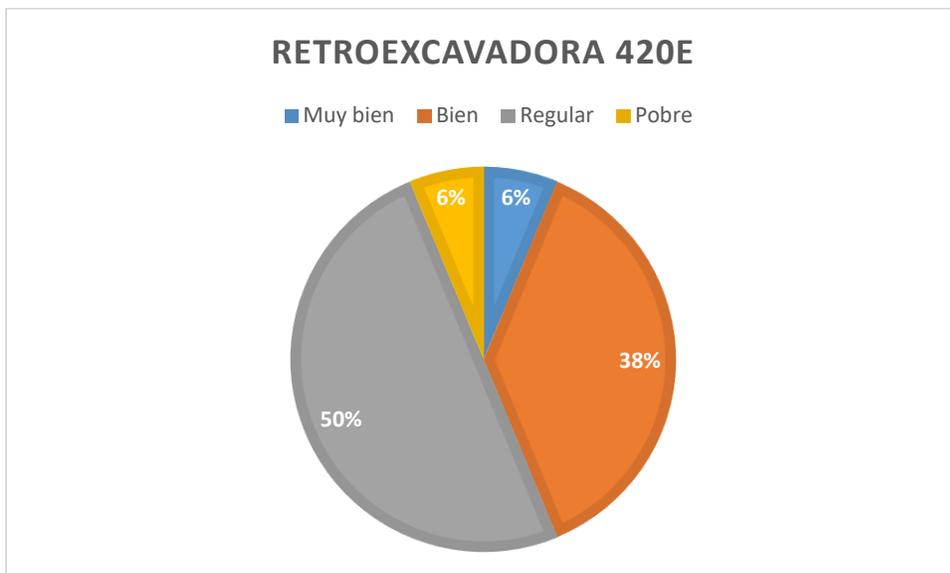
Anexo 17. Ficha de Observación Equipo de Soldadura ESAB

	FICHA DE OBSERVACION EQUIPO DE SOLDADURA ESAB
Evaluado por:	Joel Jaimes
<p>En el caso de los equipos de soldadura la empresa cuenta con dos de estos equipos, el equipo de marca victor tiene un armazon en buen estado, dicho armazon es plastico, su manija de traslado esta en buen estado, el switch de encendido/apagado original se quemó durante la utilización del equipo y fue reemplazado por una pieza que no cumple con las especificaciones técnicas del fabricante, los cable de portaelectrodo y masa se encuentran bastante deteriorados por uso pero todavía son operativos, en cuanto a la pinza de la maza esta se partió presumiblemente porque se cristalizó por altas temperaturas y fue reemplazada por una pinza hombre solo, donde el cable se unió a dicha pinza por medio de abrazaderas metálicas, lo cual está muy alejado de lo recomendado por el fabricante y es una reparación muy precaria y rudimentaria, la perilla para graduar amperaje se encuentra en un buen estado y funciona adecuadamente. Las bobinas primarias y secundarias no han sido revisadas desde que se adquirió el equipo pero se presumen que se encuentran en buen estado pues el equipo no ha presentado inconvenientes en su funcionamiento, por último el cable del enchufe, y el enchufe mismo se encuentran muy deteriorados, al igual que con el switch de encendido/apagado por su continuo uso la pieza se deterioró y fue reemplazada pero dicho reemplazo no cumple con los requisitos mínimos de funcionamiento y lo único que se tuvo en cuenta a la hora de hacer el mantenimiento fue que el equipo encendiera.</p>	

Anexo 18. Ficha de Observación Equipo de Soldadura JOBAD 40D

 Industrias El Zuta.	FICHA DE OBSERVACION EQUIPO DE SOLDADURA JOBAD 40D
Evaluado por:	Joel Jaimes
<p>En el caso de los equipos de soldadura la empresa cuenta con dos de estos equipos, el equipo de marca jobad tiene un armazon en buen estado, dicho armazon es plastico, su manija de traslado esta en buen estado, el switch de encendido/apagado es operativo pero a veces se queda pegado posiblemente el switch ya no realiza un buen contacto para habilitar el circuito electrico, los cables tanto del portaelectrodo como de la maza y el cable del enchufe electrico se encuentran bastante deteriorados por el uso pero todavia son operativos. La pinza de la masa se encuentra en un estado precario por lo que es recomendado hacer un cambio, la pinza porta electrodos se encuentra tambien desgastada por el uso de trabajo pero todavia es operativo. Por ultimo ambas bobinas se consideran en buen estado aunque nunca se han revisado directamente aplicando la misma logica de la revision del equipo de soldadura victor, el equipo funciona adecuadamente y se concluye que las bobinas trabajan bien.</p>	

Tabulación del estado actual de la maquinaria

Anexo 19. Tabulación del estado actual Retroexcavadora 420E

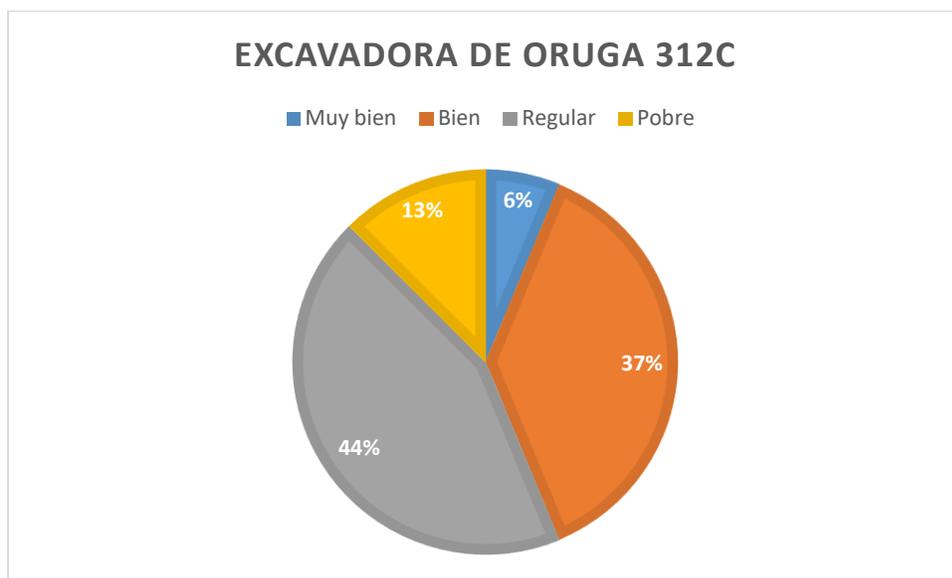
El anterior gráfico se interpretó de la siguiente manera:

De las 16 opciones del estado que presentaba la máquina 1 se encuentran en muy buen estado lo que equivale al 6%.

6 opciones que equivalen al 38% de los elementos de la máquina estudiada se encuentran en buen estado.

El 50% de los elementos estudiados de la máquina se encuentran en un estado regular, lo que equivale a 8 elementos.

El 6% de los elementos evaluados que equivalen a 1 se encuentran en un estado pobre.

Anexo 20. Tabulación del estado actual Excavadora de oruga 312C

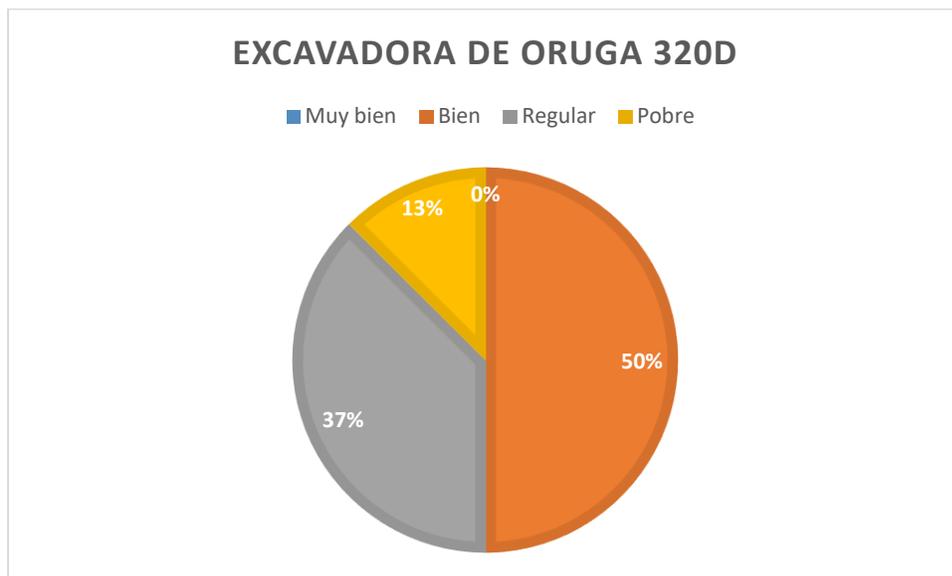
El anterior gráfico se interpretó de la siguiente manera:

De las 16 opciones del estado que presentaba la máquina 1 se encuentran en muy buen estado lo que equivale al 6%.

6 opciones que equivalen al 37% de los elementos de la máquina estudiada se encuentran en buen estado.

El 44% de los elementos estudiados de la máquina se encuentran en un estado regular, lo que equivale a 7 elementos.

El 13% de los elementos evaluados que equivalen a 2 se encuentran en un estado pobre.

Anexo 21. Tabulación del estado actual Excavadora de oruga 320D

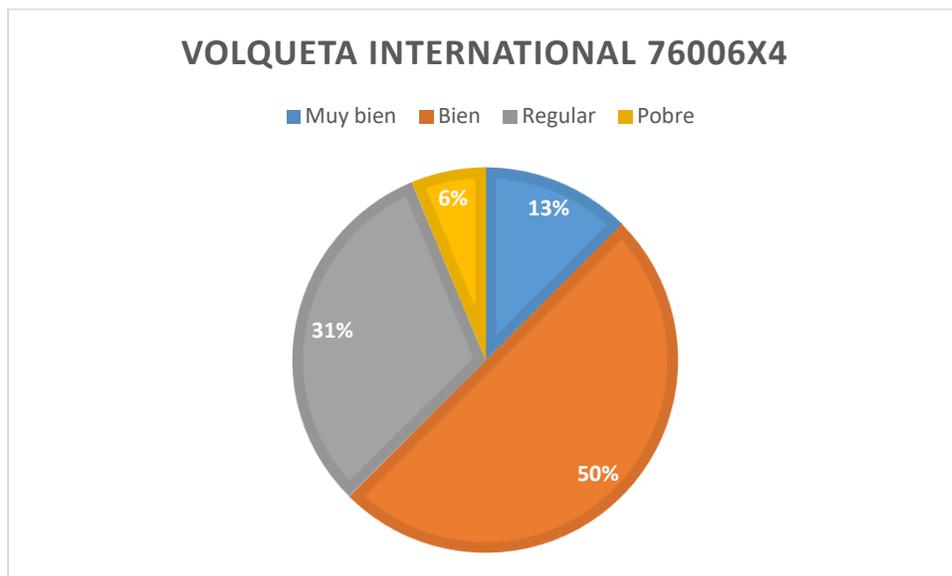
El anterior gráfico se interpretó de la siguiente manera:

De las 16 opciones del estado que presentaba la máquina ninguna se encuentra en muy buen estado lo que equivale al 0%.

8 opciones que equivalen al 50% de los elementos de la máquina estudiada se encuentran en buen estado.

El 37% de los elementos estudiados de la máquina se encuentran en un estado regular, lo que equivale a 6 elementos.

El 13% de los elementos evaluados que equivalen a 2 se encuentran en un estado pobre.

Anexo 22. Tabulación del estado actual volqueta International 76006x4

El anterior grafico se interpretó de la siguiente manera:

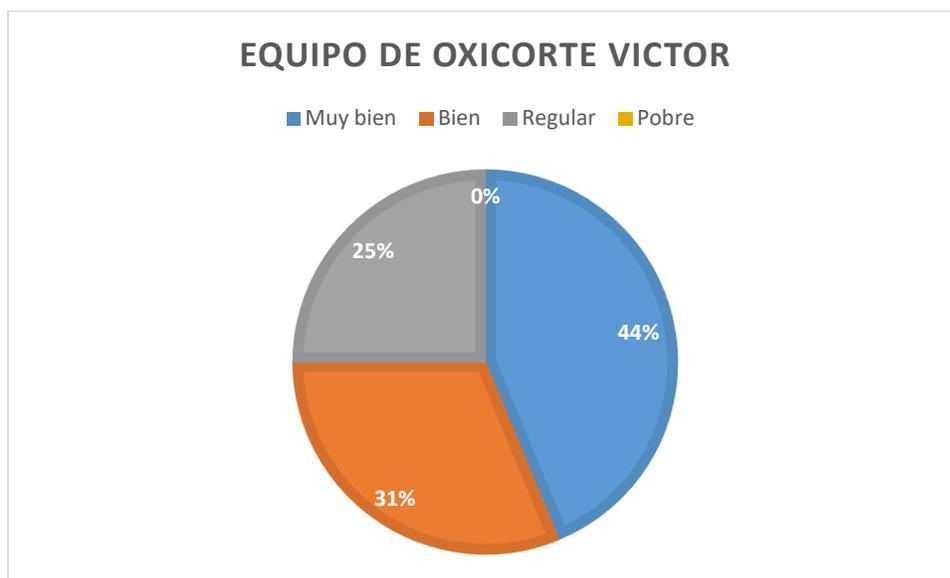
De las 16 opciones del estado que presentaba la maquina 2 se encuentran en muy buen estado lo que equivale al 13%.

8 opciones que equivalen al 50% de los elementos de la maquina estudiada se encuentran en buen estado.

El 31% de los elementos estudiados de la maquina se encuentran en un estado regular.

El 6% de los elementos evaluados que equivalen a 1 se encuentran en un estado pobre.

Anexo 23. Tabulación del estado actual Equipo de oxicorte Victor

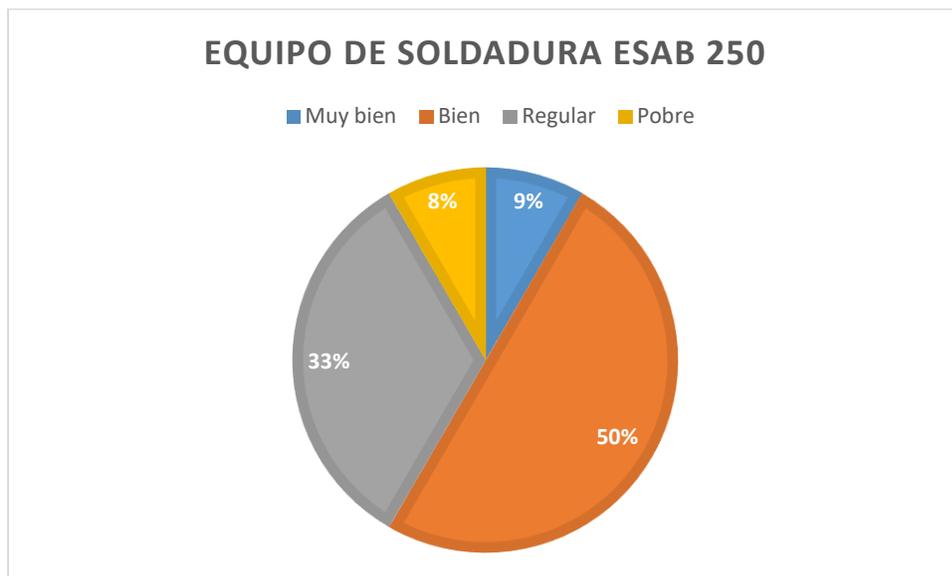


El anterior grafico se interpretó de la siguiente manera:

De las 12 opciones del estado que presentaba la maquina 5 se encuentran en muy buen estado lo que equivale al 44%.

4 opciones que equivalen al 31% de los elementos de la maquina estudiada se encuentran en buen estado.

El 25% de los elementos estudiados de la maquina se encuentran en un estado regular, lo cual equivale a 3.

Anexo 24. Tabulación del estado actual Equipo de soldadura ESAB 250

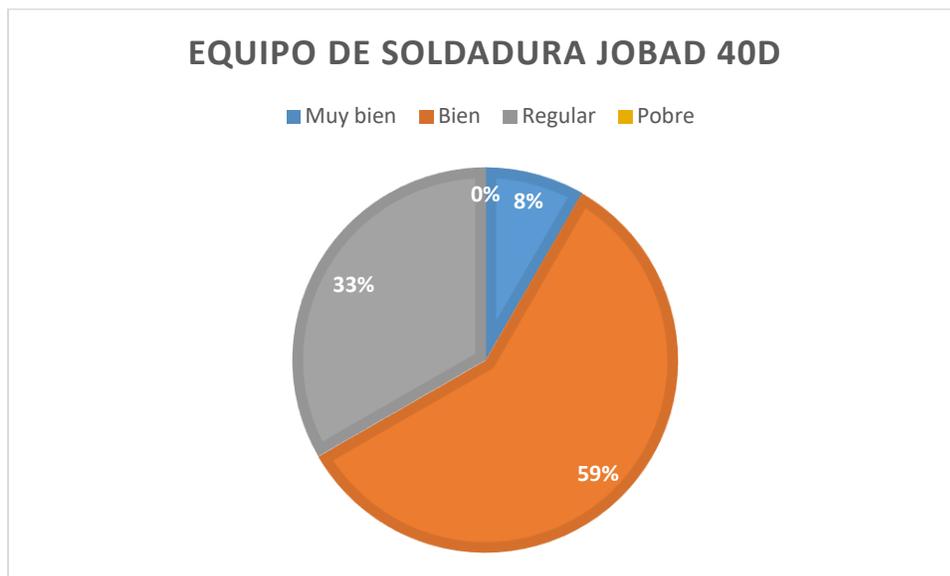
El anterior gráfico se interpretó de la siguiente manera:

De las 12 opciones del estado que presentaba la máquina 1 se encuentran en muy buen estado lo que equivale al 9%.

6 opciones que equivalen al 8% de los elementos de la máquina estudiada se encuentran en buen estado.

El 33% de los elementos estudiados de la máquina se encuentran en un estado regular, lo cual equivale a 4.

El 8% de los elementos estudiados de la máquina se encuentran en un estado pobre, lo cual equivale a 1.

Anexo 25. Tabulación del estado actual Equipo de soldadura JOBAD 40D

El anterior grafico se interpretó de la siguiente manera:

De las 12 opciones del estado que presentaba la maquina 1 se encuentran en muy buen estado lo que equivale al 8%.

7 opciones que equivalen al 59% de los elementos de la maquina estudiada se encuentran en buen estado.

El 33% de los elementos estudiados de la maquina se encuentran en un estado regular, lo cual equivale a 4.

Formatos de criticidad

Anexo 26. Formato de criticidad Retroexcavadora cargadora Caterpillar 420E

				FORMATO DE ANALISIS DE CRITICIDAD			
				MAQUINA:		Excavadora Caterpillar 320D	
Elemento	FF	I.O	F.O	C.M	I.S.AH	C	CRITICIDAD
Cabina	1	3	1	1	8	12	N.C.
Motor	2	10	4	2	2	44	C
Sist. Transmision	2	10	3	2	2	34	M.C.
Sist. Frenos	1	8	2	1	1	18	N.C.
sist. Electrico	2	8	3	2	1	27	M.C.
Carroceria	3	3	1	1	1	5	M.C.
Cucharon trasero	2	6	3	1	1	20	N.C.
Pala Delantera	2	6	3	1	1	20	N.C.
Llantas	2	10	4	2	1	43	C
Sist. Hidraulico	2	8	4	2	2	36	C
Luces	1	3	2	1	1	8	N.C.

INTERPRETACION DE RESULTADOS						
FRECUENCIA						
	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50	
CONSECUENCIA						

Anexo 27. Formato de criticidad Excavadora Caterpillar 312C

				FORMATO DE ANALISIS DE CRITICIDAD			
				MAQUINA:		Excavadora Caterpillar 312C	
Elemento	FF	I.O	F.O	C.M	I.S.AH	C	CRITICIDAD
Cabina	1	3	1	1	8	12	N.C.
Motor	2	10	4	2	2	44	C
Sist. Transmision	1	8	3	2	2	28	N.C.
Sist. Frenos	1	6	2	1	1	14	N.C.
sist. Electrico	2	8	3	2	1	27	M.C.
Carroceria	3	3	1	1	1	5	M.C.
Sist. Hidraulico	2	8	4	2	2	36	C
Luces	1	3	2	1	1	8	N.C.

		INTERPRETACION DE RESULTADOS				
		10	20	30	40	50
FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Anexo 28. Formato de criticidad Excavadora Caterpillar 320D

				FORMATO DE ANALISIS DE CRITICIDAD			
				MAQUINA:		Excavadora Caterpillar 320D	
Elemento	FF	I.O	F.O	C.M	I.S.AH	C	CRITICIDAD
Cabina	1	3	1	1	8	12	N.C.
Motor	2	10	4	2	2	44	C
Sist. Transmision	2	10	3	2	2	34	M.C.
Sist. Frenos	1	8	2	1	1	18	N.C.
sist. Electrico	2	8	3	2	1	27	M.C.
Carroceria	3	3	1	1	1	5	M.C.
Sist. Hidraulico	2	8	4	2	2	36	C
Luces	1	3	2	1	1	8	N.C.

		INTERPRETACION DE RESULTADOS				
FRECUENCIA						
	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Anexo 29. Formato de criticidad Volqueta Internacional 76006X4

				FORMATO DE ANALISIS DE CRITICIDAD			
				MAQUINA:		Volqueta internacional 76006X4	
Elemento	FF	I.O	F.O	C.M	I.S.AH	C	CRITICIDAD
Cabina	1	3	1	1	8	12	N.C.
Motor	2	10	4	2	2	44	C
Sist. Transmision	2	10	3	2	2	34	M.C.
TomaFuerza	1	8	2	1	1	18	N.C.
sist. Electrico	2	8	3	2	1	27	M.C.
Carroceria	3	3	1	1	1	5	M.C.
Sist. Suspension	3	8	3	1	2	27	M.C.
Volco	3	6	3	1	1	20	N.C.
Llantas	2	10	4	2	1	43	C
Sist. Refrigeracion	2	8	4	2	2	36	C
Luces	1	3	2	1	1	8	N.C.

		INTERPRETACION DE RESULTADOS				
FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
			10	20	30	40
		CONSECUENCIA				

Anexo 30. Formato de criticidad Equipo de Oxicorte Victor

				FORMATO DE ANALISIS DE CRITICIDAD			
				MAQUINA:		Equipo de Oxicorte	
Elemento	FF	I.O	F.O	C.M	I.S.AH	C	CRITICIDAD
Manguera de acetileno	1	10	4	1	4	45	M.C.
Manguera de oxigeno	1	10	4	1	4	45	M.C.
Boquilla	1	6	2	1	2	15	N.C.
Antorcha	1	3	2	1	2	9	N.C.
Bastidor	1	3	1	1	1	5	N.C.
Manómetros	1	8	2	1	2	19	N.C.
Yesquero	1	8	1	1	1	10	N.C.
Valvulas de paso	1	6	2	1	1	14	N.C.
Lentes protectores	1	3	1	1	6	10	N.C.

INTERPRETACION DE RESULTADOS						
FRECUENCIA						
	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50	
CONSECUENCIA						

Anexo 32. Formato de criticidad Equipo de soldadura JOBAD 40D

				FORMATO DE ANALISIS DE CRITICIDAD			
				MAQUINA:		Equipo de Soldadura JOBAD 40D	
Elemento	FF	I.O	F.O	C.M	I.S.AH	C	CRITICIDAD
Bastidor	1	3	2	1	2	9	NC
Switch de encendido	2	10	2	1	2	23	NC
Cable portaelectrodo	3	10	3	1	2	33	MC
Pinza Portaelectrodo	3	10	3	1	2	33	MC
Pinza de masa	2	10	3	1	2	33	MC
Cable de masa	2	10	3	1	2	33	MC
Enchufe tomacorriente	3	10	2	1	2	23	MC
Cable de enchufe	3	10	2	1	2	23	MC
Bobinas	1	10	4	1	2	43	C

INTERPRETACION DE RESULTADOS						
FRECUENCIA						
	10	20	30	40	50	
4	MC	MC	C	C	C	
3	MC	MC	MC	C	C	
2	NC	NC	MC	C	C	
1	NC	NC	NC	MC	C	
	CONSECUENCIA					