



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO**

TEMA:

*“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO EN PHP PARA MAQUINARIA PESADA DE GADM DE PATATE”*

AUTOR: Cristhian Eduardo Oñate Flores

TUTOR: Ing. Mg. Mauricio Carrillo

AMBATO – ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor de tesis de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema *“Diseño e implementación de un software de mantenimiento preventivo en PHP para maquinaria pesada de GADM de Patate”*; elaborado por el Sr. Cristhian Eduardo Oñate Flores, que culminó con la malla curricular de la carrera de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que la presente Tesis es original de su autor
- Ha sido revisada en cada uno de sus capítulos
- Esta concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, Octubre 2017

Ing. Mauricio Carrillo, Mg.

Tutor de Tesis

AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO

El presente proyecto técnico titulado “*Diseño e implementación de un software de mantenimiento preventivo en PHP para maquinaria pesada de GADM de Patate*”, es original, autentico y personal, sus criterios, ideas opiniones y resultados, son responsabilidad del autor.

Ambato, Octubre 2017

Cristhian Eduardo Oñate Flores

Autor

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que de este Proyecto Técnico o parte de él haga un documento para la lectura, consulta e investigaciones según normas institucionales.

Cedo los derechos de Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción del mismo dentro de las regulaciones de la Universidad siempre que dicha reproducción no represente ganancia económica y se realice bajo mis derechos de autor.

Ambato, Octubre 2017

Cristhian Eduardo Oñate Flores

Autor

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del trabajo técnico realizado por el estudiante Cristhian Eduardo Oñate Flores de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema *“Diseño e implementación de un software de mantenimiento preventivo en PHP para maquinaria pesada de GADM de Patate”*

Ambato, Diciembre 2017

Para constancia firman:

Ing. Ibeth Manzano, Mg.

Ing. Christian Castro, Mg.

DEDICATORIA

A mi madre Leonor por su constante apoyo y ayuda incondicional.

A mi padre Bolívar por ser el mayor ejemplo en mi vida, por su guía, consejo y valores inculcados.

A mis abuelitos Víctor, Diana, Simón y Felisa por su amor, cuidado y protección

A mis queridos tíos Laura y Luis por todo el cariño y preocupación mostrada a lo largo de mi vida.

“If your dreams do not scare you, they aren't big enough”

Cristhian Eduardo

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento fundamental a Dios por su infinito amor y ser la fuente de todas las bendiciones de mi vida.

Al Ing. Mauricio Carrillo por su guía y aporte en la elaboración de este proyecto. Gracias por los conocimientos impartidos a lo largo de la carrera.

Al GADM de Patate y en especial al Sr. Héctor Naranjo por la apertura, y amabilidad mostrada para la realización del presente trabajo.

Un agradecimiento muy especial para mi primo - hermano Xavier por ser el puntal detrás de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS
PÁGINAS PRELIMINARES

Certificación del tutor	ii
Autoría del proyecto técnico.....	iii
Derechos de autor	iv
Aprobación del tribunal de grado.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Índice general de contenidos	viii
Índice de figuras	xi
Índice de tablas	xiii
Resumen ejecutivo.....	xv
Abstract (summary)	xvi

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 Tema de investigación.....	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos	4

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Investigaciones previas	5
2.2 Fundamentación teórica	8
2.2.1 Mantenimiento	8
2.2.2 Evolución del mantenimiento	8

2.2.3	Objetivos de mantenimiento	11
2.2.4	Tipos de mantenimiento.....	11
2.2.5	Modelos de mantenimiento.....	13
2.2.6	Análisis de fallas	15
2.2.7	Matriz amfe.....	16
2.2.8	Lenguaje de código abierto.....	18
2.2.9	PHP	19
2.2.10	MYSQL	22

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL PROYECTO

3.1	Selección de alternativas	24
3.2	Codificación de maquinaria pesada.....	24
3.3	Inventario técnico de la maquinaria pesada del GADM Patate.....	25
3.4	Cálculo de indicadores de mantenimiento.....	26
3.5	Fichas técnicas de maquinaria	28
3.6	Análisis del histórico de fallos mediante la interpretación de la curva de la bañera	29
3.7	Aplicación de matriz de análisis de modos de fallos y efectos (AMFE)	39
3.8	Diseño de bitácora de mantenimiento	43
3.9	Fichas normalizadas	53
3.10	Diseño de la base de datos.....	53
3.11	Especificación de requerimientos del sistema.....	57
3.12	Instalación del entorno web.....	57
3.13	Creación de la aplicación web	61
3.14	Archivos principales y programación.....	63
3.15	Interfaz del sistema finalizado.....	71
3.16	Certificación de entrega y capacitación.....	71

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones	73
4.2 Recomendaciones	74
Bibliografía	75
Anexos.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Historia del mantenimiento.....	10
Figura 2.2 Evolución del mantenimiento.....	11
Figura 2.3 Modelo Correctivo	13
Figura 2.4 Modelo Condicional.....	14
Figura 2.5 Modelo Sistemático.....	14
Figura 2.6 Modelo de Alta Disponibilidad.....	15
Figura 2.7 Modelo Jerárquico.....	21
Figura 2.8 Modelo de red.....	22
Figura 3.1 Codificación de equipos.....	24
Figura 3.2 Ejemplo de codificación.....	25
Figura 3.3 Ficha técnica de maquinaria.....	28
Figura 3.4 Curva de la bañera; Tasa de fallos vs Tiempo (meses). Motoniveladoras.....	29
Figura 3.5 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Motoniveladora MG 430e.....	30
Figura 3.6 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes Motoniveladora Galión 500.....	30
Figura 3.7 Curva de la bañera; Tasa de fallos vs Tiempo (meses). Retroexcavadoras.....	31
Figura 3.8 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Retroexcavadora Hyundai 210L.....	31
Figura 3.9 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Retroexcavadora CAT 416e.....	32
Figura 3.10 Curva de la bañera; Tasa de fallos vs Tiempo (meses). Cargadoras....	32
Figura 3.11 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Minicargadora CMSE 621e.....	33
Figura 3.12 Curva de la bañera Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Cargadora CMT 920.....	33
Figura 3.13 Curva de la bañera; Tasa de fallos vs Tiempo (meses). Minicargadora CMT 246C.....	34
Figura 3.14 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Minicargadora CMT 246C.....	34

Figura 3.15 Curva de la bañera; Tasa de fallos vs Tiempo (meses). Tractores.....	35
Figura 3.16 Curva de la bañera Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Tractor Case 850D.....	35
Figura 3.17 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Tractor TD15.....	36
Figura 3.18 Curva de la bañera; Tasa de fallos vs Tiempo (meses). Volquetas.....	37
Figura 3.19 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Volqueta GH#01.....	37
Figura 3.20 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Volqueta GH#02.....	38
Figura 3.21 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Volqueta GH#04.....	38
Figura 3.22 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Volqueta GH#05.....	38
Figura 3.23 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Volqueta GH#06.....	39
Figura 3.24 Análisis AMFE para motoniveladoras.....	40
Figura 3.25 Análisis AMFE para retroexcavadoras.....	41
Figura 3.26 Análisis AMFE para cargadoras.....	42
Figura 3.27 Análisis AMFE para tractores.....	42
Figura 3.28 Análisis AMFE para volquetas.....	43
Figura 3.29 Base de datos: Activos.....	54
Figura 3.30 Base de datos: Informe de actividades.....	54
Figura 3.31 Base de datos: revisión.....	55
Figura 3.32 Base de datos: Stock.....	55
Figura 3.33 Base de datos: users.....	56
Figura 3.34 Diagrama Entidad Relación.....	57
Figura 3.35 Diccionario de datos orden de ejecución de mantenimiento.....	57
Figura 3.36 Comienzo de instalación.....	58
Figura 3.37 Componentes de instalación.....	58
Figura 3.38 Selección de directorio.....	59
Figura 3.39 Selección de directorio.....	59
Figura 3.40 Ejecución de XAMPP.....	60
Figura 3.41 Descarga de framework Yii.....	60

Figura 3.42	Carpeta Yii.....	61
Figura 3.43	Directorio de Yii.....	61
Figura 3.44	Ejecución directorio de Yii.....	62
Figura 3.45	Creación de la aplicación web.....	62
Figura 3.46	Creación de la aplicación web.....	63
Figura 3.47	Ubicación archivos del sistema.....	63
Figura 3.48	Acceso a Generador de código.....	65
Figura 3.49	Menú generador de Código.....	66
Figura 3.50	Generador de Modelo.....	66
Figura 3.51	Generador de CRUD.....	67
Figura 3.52	Pestaña Activos.....	67
Figura 3.53	Sistema finalizado.....	71
Figura 3.54	Certificación GADM Patate.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Evolución del mantenimiento.....	9
Tabla 2.2 Parámetros Gravedad de fallo.....	17
Tabla 2.3 Frecuencia de fallo	18
Tabla 2.4 Probabilidad de detección	18
Tabla 3.1 Maquinaria Pesada del GADM Patate.....	25
Tabla 3.2 Cálculo de disponibilidad de maquinaria pesada del GADM Patate para el año 2016.....	27
Tabla 3.3 Diseño de bitácora para volquetas.....	44
Tabla 3.4 Diseño de bitácora para tractores.....	45
Tabla 3.5 Diseño de bitácora para cargadoras.....	47
Tabla 3.6 Diseño de bitácora para motoniveladoras.....	48
Tabla 3.7 Diseño de bitácora para retroexcavadoras.....	49
Tabla 3.8 Diseño de bitácora para Minicargadora.....	51

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA

TEMA:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN PHP PARA MAQUINARIA PESADA DE GADM DE PATATE”

AUTOR: Cristhian Eduardo Oñate Flores

TUTOR: Ing. Mauricio Carrillo

Resumen Ejecutivo

La finalidad del presente proyecto técnico es la de elaborar una herramienta funcional que ayude a satisfacer la necesidad del GAD Municipal San Cristóbal de Patate, de organizar los mantenimientos de su maquinaria pesada, mediante la administración eficiente de sus recursos, planificación de actividades preventivas, gestión de stock y un registro detallado de información histórica, inmerso en un sistema que integre dicha información. Se partió del análisis del estado de cada maquinaria, recopilando el histórico de fallos para realizar el cálculo de indicadores de mantenimiento como: fiabilidad, tiempo medio entre fallos, tasa de fallos y disponibilidad; luego, se elaboró gráficas comparativas de curva de la bañera determinando el comportamiento de la maquinaria pesada en el 2016. Posteriormente, se realizó matrices AMFE con el objetivo de detallar los componentes a prestar mayor atención en los mantenimientos. Se unificó la información con la codificación de los equipos, fichas técnicas de maquinaria, informes detallados para cada proceso y bitácora anual de mantenimiento. Seguidamente, se diseñó la base de datos en MySQL, refinando las tablas que contienen la información, evitando redundancias; en cuanto a la programación se utilizó un framework de PHP que ayudó a la creación de una interfaz intuitiva y fácil para el usuario. Finalmente se socializó y capacitó el proyecto a las principales autoridades del GAD Municipal Patate.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF CIVIL AND MECHANICS ENGINEERING
MECHANICAL ENGINEERING

TITLE:

“DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SOFTWARE OF PREVENTIVE MAINTENANCE IN PHP FOR THE HEAVY MACHINERY OF GADM PATATE”

AUTHOR: Cristhian Eduardo Oñate Flores

TUTOR: Ing. Mauricio Carrillo

Abstract (Summary)

The purpose of this technical Project is to elaborate a functional tool that helps to satisfy (suffice) the necessity of GAD Municipal San Cristóbal de Patate, of organize the maintenance of the heavy machinery, through the efficient management of its resources, the planning of preventive activities, stock management and a detailed record of historical information, immersed in a system that join that information. It was based on the analysis of the status of each machinery, compiling the failures historical to perform the calculation of maintenance indicators like: reliability, average time between failures, failure rate and availability; then, it was made comparative graphics of curve of the bath defining the behavior of the heavy machinery in 2016. Subsequently, AMFE matrices were made with the objective of detail the components to pay more attention in maintenance. The information was unified with the codification of the equipment, technical data sheets, detailed reports for each process and annual maintenance log. Next, the database was designed in MySQL, by refining the tables containing the information, avoiding redundancies; in terms of programming, a framework of PHP was used that helped to create an intuitive and user-friendly interface. Finally the project was socialized and trained to the main authorities of the GAD Municipal Patate.

CAPÍTULO I

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN PHP PARA MAQUINARIA PESADA DE GADM DE PATATE”

1.2 ANTECEDENTES

B, Kader, R. Nidhal, D. Sofiene, E. Walid. “Ecological and joint optimization of preventive maintenance and spare parts inventories for an optimal production plan” Artículo Científico, Universidad de Lorraine, Francia, 2015, el aporte de esta investigación es desarrollar un plan de producción y mantenimiento que minimiza el costo global de mantenimiento, también se implementó un sistema de reutilización de elementos de stock usados utilizando modelos matemáticos con el objetivo de reducir las emisiones de carbono que se derivan del proceso con un enfoque de protección del medio ambiente [1].

T. Amanaditis, A. Chatzigeorgiou. “Studying the evolution of PHP web applications” Artículo Científico, Universidad de Macedonia, Grecia, 2015, Que investiga la evolución de los proyectos de código abierto en PHP mediante las leyes de M.M Lehman, la mencionada investigación abarca el estudio de 30 aplicaciones web en PHP y concluyó con la validación de las leyes de evolución a excepción de la segunda que trata sobre el incremento de la complejidad del sistema y octava del decrecimiento de la calidad, esto debido ya sea al lenguaje de programación o a las prácticas de desarrollo de aplicaciones web [2].

J. Gao, D. Li, R. Roy., Y. Tong, S. Wan. “Process and knowledge management in collaborative maintenance planning system for high value machine tools” Artículo Científico, Universidad de Greenwich Chatham Maritime, China, 2016, análisis enfocado en las máquinas herramientas de alto valor para las fábricas modernas, en esta investigación la calidad y el comportamiento de una máquina herramienta no sólo afectan a la calidad de las piezas que fabrica, sino que también afectan al fabricante de dicho elemento. Investigando las diversas relaciones entre las diferentes partes interesadas en el ciclo de vida de las máquinas-herramienta, centrándose en la gestión del conocimiento, la comunicación y los procesos de toma de decisiones, finalmente

concluyendo con un prototipo de sistema de planificación de mantenimiento colaborativo, utilizando una máquina herramienta modelo [3].

L. Miranda. “Sistema para gestión del servicio de mantenimiento en el área hospitalaria” Tesis Ingeniería en Sistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, 2014, es una tesis de investigación en el campo de Ingeniería Biomédica, la cual desarrolla un software de planeación de servicios al equipo médico, concluyendo con un sistema que cumple con la planeación de servicios de mantenimientos preventivos y correctivos de la unidad de salud. Fue el primer sistema de su tipo en ser instalado en México. El sistema utiliza una base de datos de MySQL y lenguaje de programación PHP [4].

E. Cornú, M. Río, E. Escobedo, F. Guerrero, D. Morales. “Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para la empresa Moraly” Tesis Ingeniería Industrial, Instituto Politécnico Nacional, México, 2010, esta tesis desarrolla un programa de mantenimiento preventivo buscando incrementar la eficiencia del proceso productivo, a través del control oportuno a sus recursos, y concluye con la determinación los problemas principales mediante la agrupación de información, valorando la misma y dando soluciones prioritarias a las mismas. [5].

J. Intriago. “Elaboración e implementación de un plan de mantenimiento de los equipos informáticos y periféricos del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Esmeraldas para el periodo 2015 – 2019” Tesis Ingeniería en Sistemas y Computación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, 2016, investigación que se enfoca en optimizar los recursos y equipos informáticos del GADPE mediante herramientas que automaticen las actividades de mantenimiento, entre sus principales conclusiones esta, que el talento humano del GADPE está dispuesto a usar un sistema de elaboración de planes de mantenimiento, y también que el uso de herramientas de distribución libre permite adaptarlo a otra institución y ajustarla a sus necesidades [6].

1.3 JUSTIFICACIÓN

La finalidad del mantenimiento es asegurar la disponibilidad de los equipos y maquinaria para tener un rendimiento óptimo con respecto a la inversión, el éxito del

mantenimiento depende de la correcta elección del periodo de inspección, un periodo demasiado corto puede encarecer los costos operativos [7].

La mayoría de la maquinaria pesada del Gobierno Autónomo Descentralizado municipal del Cantón Patate está expuesta a terrenos de difícil acceso, con condiciones climáticas inestables, principalmente destinados la apertura de carreteros.

Según el Jefe de Mantenimiento del GADM de Patate, maquinaria como la Tractor Dressta, permaneció fuera de servicio por aproximadamente 3 meses (120 horas inactiva), debido a la fractura en el árbol de transmisión, el cual argumenta que esto se pudo evitar si se tenía un control y revisión organizada de dicha maquinaria.

La importancia de la elaboración de un software de mantenimiento preventivo es que se podrá tener un registro técnico de toda la maquinaria pesada, los componentes críticos de falla, lo que facilitaría la gestión de repuestos en el GADM Patate, reduciendo tiempos de reparación, lo que se traduce en un ahorro económico.

Para sustentar que el proyecto es factible se justificará los siguientes parámetros:

- El proyecto es factible técnicamente por que al tener un software de mantenimiento se alargará la vida útil de la maquinaria, se disminuirá paros no programados.
- El proyecto es factible socialmente por que el GADM Patate esta tiene la necesidad de la implementación de un software de mantenimiento preventivo, y tiene toda la apertura de facilitar la información y herramientas necesarias.

El beneficiario principal será el departamento de mantenimiento del GADM Patate ya que se aumentará la disponibilidad de la maquinaria, tendrán tareas semanales estructuradas y planificadas, podrán llevar un histórico y documentación de fallos en una base de datos centralizada.

Como beneficiarios secundarios tenemos a los operarios de maquinaria pesada ya que el mantenimiento y la seguridad industrial van de la mano, ya que si se trabaja con una maquinaria en mal estado es más probable el riesgo de accidentes.

Al tener la maquinaria disponible la mayor parte del tiempo se reducen los costos por daños y reparación de la maquinaria pesada, siendo otro beneficiado el GADM Patate en sí.

Los pobladores y la comunidad del cantón Patate serán los beneficiarios en un nivel macro, porque al tener la maquinaria pesada totalmente funcional se podrán cumplir los tiempos estipulados para las diferentes obras públicas como: apertura de carreteras, desbancamiento en caso de deslaves, construcciones de edificios, etc., ayudando de esta forma al desarrollo del cantón.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Diseño e implementación de un software de mantenimiento preventivo en PHP para maquinaria pesada de GADM de Patate

1.4.2 Objetivos Específicos

- Obtener el histórico de problemas frecuentes que se han presentado en la maquinaria pesada para determinar la tasa de fallos
- Analizar los fallos y modos de fallos mediante aplicación de matrices AMFE.
- Gestión de base de datos en MYSQL
- Elaboración del plan de mantenimiento preventivo en PHP
- Capacitación a personal del GADM Patate y pruebas de funcionamiento

CAPÍTULO II

2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS

M. Vasco. “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Píllaro aplicando un software libre” Tesis Ingeniería Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, 2016, la que concluye que la disponibilidad promedio de todo el patio automotriz de GAD Santiago de Píllaro, es aproximadamente de un 86.12%, y que el mínimo valor de el mismo se localizó en la mini cargadora BOB CAT con un porcentaje de 73.9%, mientras que el porcentaje máximo lo posee la Volqueta TMA – 1112 con un porcentaje del 97.45% [8].

E. Maroto. “Elaboración e Implementación de un plan de mantenimiento para la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM de Pelileo” Tesis Ingeniería Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, 2016, que concluye que mediante la elaboración del plan de mantenimiento se puede estimar que el porcentaje del tiempo de paro de las máquinas y vehículos disminuye en un 8.3% que corresponde a la primera quincena de aplicación de mantenimiento, lo cual beneficia al GAD de Pelileo, ya que con la disponibilidad de la maquinaria podrá prestar mayor servicio a todo el cantón Pelileo [9].

G. Coello, J. Gallegos. “Desarrollo de un software para la gestión de mantenimiento de la maquinaria pesada para la prefectura del Azuay” Tesis Ingeniería Mecánica Automotriz, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2015, que concluyó que la gestión de mantenimiento asistido por ordenador, permite automatizar todos los procesos respecto al mismo, ya sea; correctivo, preventivo y predictivo, para una flota de equipos de grande y baja escala. También que el diseño del SIMMAP (software), cumple con todos los objetivos determinando la fiabilidad de la maquinaria y la automatizando el mantenimiento por medio de la secuencia de las gestiones administrativas como el manejo de todos los recursos necesarios para la elaboración de las órdenes de trabajo y las órdenes de operación. Dentro de estos recursos se tienen las parametrizaciones de bodega, bienes, usuarios, máquinas, tareas de mantenimiento y sus respectivas órdenes [10].

C. Lucho. “Diseño e Implementación de un Sistema de Administración de Calendarios Online con Sincronización Móvil” Tesis Ingeniería en Comunicaciones, Pontificia Universidad Católica de Perú, 2012, esta investigación es una alternativa al servicio de agendas presente en el campus virtual, que tiene la posibilidad de sincronizar eventos programados vía un dispositivo móvil. La interconexión de sistemas basados en distintos paradigmas de funcionamiento es completamente posible y funcional por medio de bases de datos usando MySQL, también se comprobó que el tiempo y los datos transmitidos entre el cliente móvil y el servidor no aumentan con la implementación de la solución, sino más bien se mantienen constantes y no afecta al rendimiento del sistema [11].

J. Riera. “Diseño e Implementación de un Sistema de Mantenimiento Industrial asistido por computador para la empresa Cubiertas del Ecuador KUBIEC S.A. en la planta Esthela” Tesis Ingeniería Mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas de Sangolquí, 2012, este estudio ha mejorado la administración de mantenimiento reduciendo paros no programados mediante las tareas programadas. El inventario técnico contiene mínimo el 30% de las partes y piezas en el software de administración del mantenimiento, debido a que ciertos elementos de la maquinaria requieren mantenimiento correctivo. Finalmente el proyecto presenta una rentabilidad aceptable del 10% respecto a la inversión [12].

G. García. et al. “Diseño e Implementación de una interfaz de monitoreo para el mantenimiento preventivo de los vehículos del sistema público EPMMOP – Q” Artículo Técnico, Universidad de las Fuerzas Armadas, 2014, concluye con la adaptación de las señales eléctricas y electrónicas del sistema estos dispositivos proporcionan la puerta de entrada al mantenimiento, entregando información al tablero principal, y de que se obtiene datos reales específicos de cada motor, indicando el tipo de tareas que ejerce durante su trabajo [13].

A. Chávez. J. Guerrero. “Elaboración de un programa de mantenimiento para el equipo caminero del municipio del cantón de Pujilí” Tesis Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional, 2012, concluye con la facilitación la administración del mantenimiento, mediante la implementación de un software que permite organizar los intervalos de mantenimiento para tener un historial de operación, repuestos, mantenimiento de la maquinaria, también instruye y guía al personal para disminuir

los costos de operación y de mantenimiento, y lograr alargar la vida útil de la maquinaria elevando también la disponibilidad y fiabilidad [14].

D. Albuja. G. Castillo. “Sistema de gestión de control de bienes y servicios basadas en PHP y MsQL” Artículo Técnico, Escuela Politécnica del Litoral, el cuál desarrolla el sistema “SIBIS” que mejora el control de gestión de bienes y servicios dentro de la empresa logrando optimizar procesos y demostrando resultados de manera organizada, minimiza los registros manuales, reduciendo los costos operativos [15].

E. Guamán. “Desarrollo de un sistema informático para el control de uso y el mantenimiento de vehículos de una institución pública” Tesis Ingeniería en Sistemas e Informática, Universidad de las Fuerzas Armadas, 2014, que desarrolla el sistema “SICOVE” al igual que todos los sistemas requiere implementar una participación activa por parte de los usuarios finales y de todas las personas relacionadas con el proyecto, finalmente concluye con una mejora substancial de los tiempos de respuesta al momento de realizar consultar, reportes, registros de mantenimiento asignación de comisiones, rutas, uso de neumáticos, entre otros materiales e insumos de la institución [16].

V. Orozco. “Plan y programa integral de mantenimiento asistido por ordenador, centrado en el mantenimiento preventivo a nivel de 4to escalón de la línea de producción de papas /PC – 14), de la empresa Frito Lay del grupo PEPSICO Alimentos” Tesis Ingeniería Mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas, 2016, como resultado de la investigación se realizó el cronograma anual de mantenimiento preventivo para el año 2016, en donde se elaboró los planes de mantenimiento preventivo, del 1er escalón al 4to escalón, que es lo que requirió Frito Lay, para reducir en un 70% los paros no previstos por averías. EL 4to escalón provee solo cambios de partes o componentes de acuerdo a las políticas de la empresa. Se implementó el plan de mantenimiento preventivo en el software MP8, el cuál fue validado con los técnicos y el Ingeniero de Mantenimiento. Finalmente la implementación del proyecto fue factible económicamente, debido a que la inversión total fue de 7000 USD, los cuales se recuperan tan solo en dos meses de trabajo [17].

C. Marcillo. “Diseño e Implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) mediante software para los equipos de la línea de producción de láminas

impermeabilizantes con armadura de la empresa IMPTEK en la planta EL INGA” Tesis Ingeniería Mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas, 2016, registrando la información del plan de mantenimiento en el software MP 9.8, planteando un escenario conservador, donde las ventas de la empresa varían en 2% y uno optimista en donde incrementan en 5% en los siguientes 4 años, se tiene una disminución de costos por mantenimiento no planificados del 60% en 2015 a 10% en 2020. EL ahorro que traerá a la empresa por gastos de para de producción dentro de 4 años será de \$ 10469.28 [18].

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 Mantenimiento

Para [19] el mantenimiento es el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, (buscar la disponibilidad más alta), con el máximo de rendimiento. La principal función del mantenimiento es sostener la operatividad de los equipos y buen estado de las máquinas a través del tiempo [20].

El mantenimiento industrial engloba técnicas y sistemas que permiten preveer las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando normas de buen funcionamiento a los operadores de las maquinas a los operarios, contribuyendo al beneficio de la empresa.

2.2.2 Evolución del mantenimiento

El objetivo del mantenimiento es mantener la funcionabilidad de un aparato en el tiempo. Dichos aparatos no son construidos por la ingeniería en sus diferentes ramas. Por ejemplo, la ingeniería mecánica y sus máquinas, la ingeniería eléctrica con sus sistemas de transmisión eléctrica, la ingeniería civil con las edificaciones puentes y carreteras. En cada una de estas cambian los objetos que se deben cuidar, en todos se debe dar mantenimiento para alargar su vida útil y disponibilidad [20].

Hechos relevantes que inciden en el mantenimiento vigente

En el renacimiento, las máquinas tienen un gran avance quedando atrás la edad media, con exponentes como Galileo Galilei, Miguel Ángel, Leonardo Da Vinci, etc. Dándose

grandes avances como la invención de la pólvora, armas bélicas, embarcaciones permitiéndose un avance en la ingeniería mecánica.

Otro evento fundamental que marcó el mantenimiento fue la revolución industrial, la que compila una gran cantidad de inventos, bosquejos, mecanismos y máquinas, permitiendo el avance de la producción industrial. El punto principal es la creación de la máquina de vapor, porque es donde se logra aplicar el concepto según el cual las máquinas no requieren del hombre para funcionar, sino más bien han de servirle para su bienestar y para mejorar su calidad de vida.

Época Actual

El mundo tiene un ritmo de crecimiento no visto en años anteriores, que obliga al personal de mantenimiento a tener un conocimiento amplio para mantener la funcionalidad de las máquinas y mecanismos. A continuación se muestra la tabla 2.1 que resumen la evolución del mantenimiento:

Tabla 2.1 Evolución del mantenimiento:

Etapa	Sucede aproximadamente	Producción - Manufactura		Mantenimiento e Ingeniería de fábricas	
		Orientación hacia...	Necesidad específica	Orientación hacia...	Objetivo que pretende
I	antes de 1950	el producto	generar el producto	hacer acciones correctivas	reparar fallos imprevistos
II	entre 1950 y 1959	la producción	estructurar un sistema productivo	aplicar acciones planeadas	prevenir, predecir y reparar fallos
III	entre 1960 y 1980	la productividad	optimizar la producción	establecer tácticas de mantenimiento	gestar y operar bajo un sistema organizado
IV	entre 1981 y 1995	la competitividad	mejorar índices mundiales	implementar una estrategia	medir costos, CMD, compararse, predecir índices, etc.
V	entre 1996 y 2003	la innovación tecnológica			
VI	desde 2004	Gestión y operación integral de activos en forma coordinada entre ambas dependencias anticiparse a las necesidades de los equipos y de los clientes de mantenimientos - Predicciones - Pronósticos - Gestión de activos			

Fuente: [20]

Según [21] el término “mantenimiento” se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU. En Francia se fue imponiendo progresivamente el término “entretenimiento”. El concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción (ENTRETENIMIENTO) hasta la concepción actual de MANTENIMIENTO con funciones de prevenir, corregir

y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global. Como se describe en la figura 2.1:

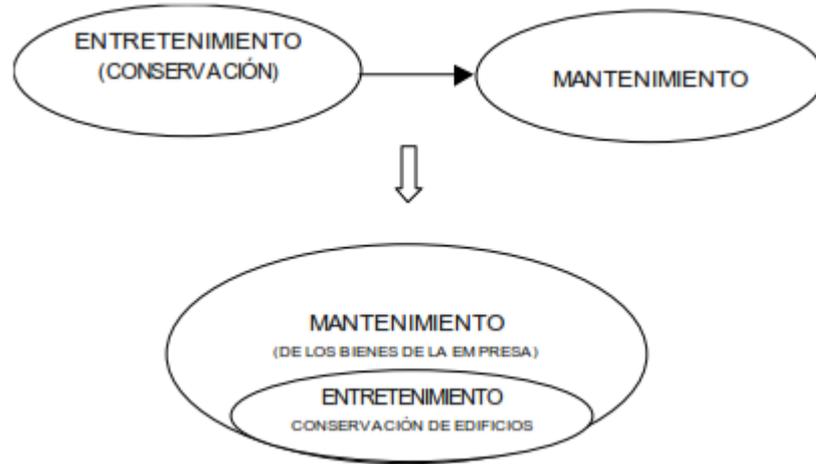


Figura 2.1 Historia del mantenimiento

Fuente: [10]

Los servicios del mantenimiento, no obstante lo anterior, ocupan posiciones muy variables dependientes de los tipos de industria. Se pueden distinguir cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento [21]:

1ª Generación: El periodo de mayor duración, situada entre la evolución industrial hasta la segunda guerra mundial, continua siendo aplicado en varias industrias. Se enfoca solo en arreglar averías.

2ª Generación: Comprende el periodo entre la segunda guerra mundial y fines de los años 70, se encuentra el vínculo entre la probabilidad de fallo y el tiempo de funcionamiento de los equipos. El término de mantenimiento preventivo empieza a ser utilizado.

3ª Generación: Implementado a principios de los años 80. Se utilizan estudios de CAUSA – EFECTO para averiguar el origen de los fallos. Se comprende que una continua observación de los síntomas de fallos ayuda a la planificación de tareas preventivas.

4ª Generación: Aparece en los años 90, el término Calidad Total se implementa al mantenimiento centrado en la posibilidad de aumentar la disponibilidad reduciendo costos para las empresas.

La figura 2.2 muestra las generaciones del mantenimiento:

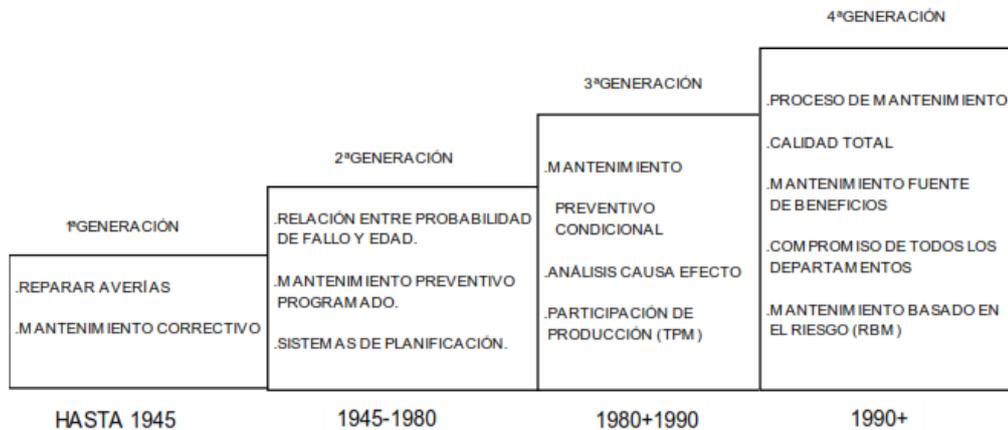


Figura 2.2 Evolución del mantenimiento

Fuente: [10]

Paralelamente se desarrolla el Mantenimiento Productivo Total (TPM), en el que algunas de las tareas realizadas por el personal de mantenimiento son realizadas por operarios de producción. Con el fin de conseguir que el operario de producción se implique más en el cuidado de la máquina siendo el objetivo último de TPM conseguir: “Cero Averías”. En la actualidad las necesidades específicas de cada industria son las que marcan el modelo de mantenimiento implementado. El método utilizado mayormente es el TPM, en muchas ocasiones integrado con un modelo de mantenimiento asistido por computador (GMAO).

2.2.3 Objetivos de mantenimiento

- Garantizar la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos
- Maximizar la productividad y eficiencia
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.
- Disminuir la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar
- Prolongar la vida útil de los bienes.

2.2.4 Tipos de mantenimiento

Existe una clasificación tradicional de los tipos de mantenimiento, que principalmente tiene un objetivo académico y formativo (correctivo, preventivo, predictivo), pero no

tiene mayor utilidad práctica. Es más factible aplicar un modelo como una mezcla de los diferentes tipos de mantenimiento de acuerdo a las necesidades de cada máquina.

- **Correctivo**

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos de mantenimiento por los usuarios de los mismos [19].

Como principales ventajas se tiene que no se requiere una elevada calificación para su ejecución y se aprovecha al máximo la vida útil de los equipos. Las desventajas son los costos de mantenimiento elevados al tener fallos imprevistos y la posibilidad de no tener el repuesto en stock.

- **Predictivo**

Según [19] es el que persigue conocer e informar el estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad.

Es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.) cuyas que aparecen en varias proporciones y pueden causar daños a los equipos. Es el mantenimiento más especializado, requiere de conocimientos técnicos y requiere de equipos sofisticados.

Por ende la principal desventaja es la capacitación del personal técnico en instrumentación y aplicación de este mantenimiento, además del gran costo de adquisición de equipos especializados. En el otro lado permite la determinación óptima del tiempo a realizar el mantenimiento preventivo, adicionalmente se pueden ejecutar dichos mantenimiento sin la paralización total de la máquina.

- **Preventivo**

En [19] es el mantenimiento que tiene por objetivo mantener un nivel de funcionamiento constante en los equipos, su característica es programar las correcciones de sus componentes críticos en el momento más oportuno.

Entre las ventajas se tiene la reducción de paradas no programadas en máquinas, también se recomienda implementar cuando existe una relación entre la probabilidad

de fallos y duración de vida. En contraste uno de los inconvenientes es que probablemente no se ocupe la totalidad de la vida útil del elemento a cambiar.

2.2.5 Modelos de mantenimiento

Esta división de mantenimiento presenta una mezcla de los tipos anteriormente mencionados. Por ejemplo: en un motor se realizarán tareas de lubricación (mantenimiento preventivo), se medirán las vibraciones y temperatura de funcionamiento (mantenimiento predictivo) y se repararán los fallos que surjan (mantenimiento correctivo). Así tenemos los siguientes modelos:

• Modelo correctivo

Este modelo es el más simple, contiene lubricación, inspecciones visuales y corrección de averías. Este modelo no es rentable por lo que se recomienda no destinar demasiados recursos económicos. Se aplica a equipos con menor nivel de criticidad, y en las que los daños no sean ningún problema técnico y económico [19]. En la figura 2.3 se observa las características del modelo correctivo.

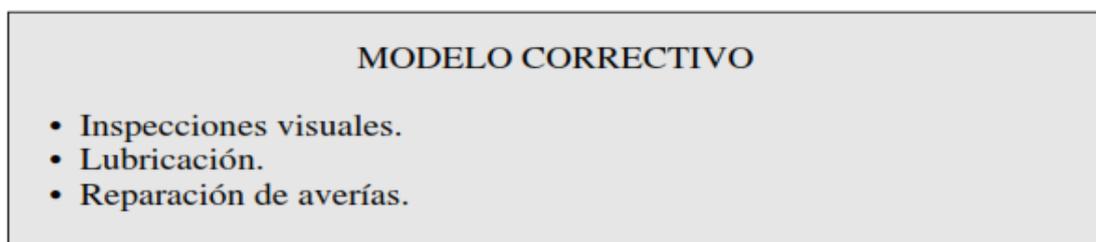


Figura 2.3 Modelo Correctivo

Fuente: [19]

• Modelo condicional

Comprende las tareas del modelo anterior, añadiendo pruebas y ensayos que determinen las acciones siguientes. Mediante las pruebas se descubren las anomalías con las que se programa una intervención. Se utiliza principalmente en equipos que no tengan un uso frecuente o en aquellos que su tasa de fallos sea baja. [19]. La figura 2.4 ilustra el modelo condicional.

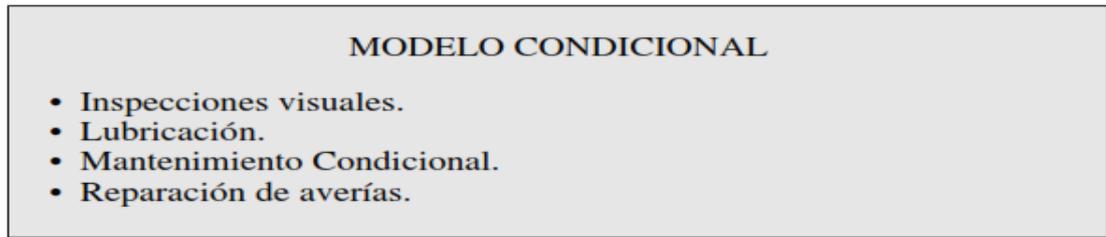


Figura 2.4 Modelo Condicional

Fuente: [19]

• **Modelo sistemático**

En este modelo se realizan una serie de tareas sin importar las condiciones del equipo, como también una serie de pruebas y ensayos para planificar tareas de mayor importancia, se aplica este modelo a equipos que deben tener tareas constantes de mantenimiento que pueden ser planificadas en el tiempo; sin importar el tiempo que lleve funcionando el equipo [19]. La figura 2.5 muestra el modelo sistemático.

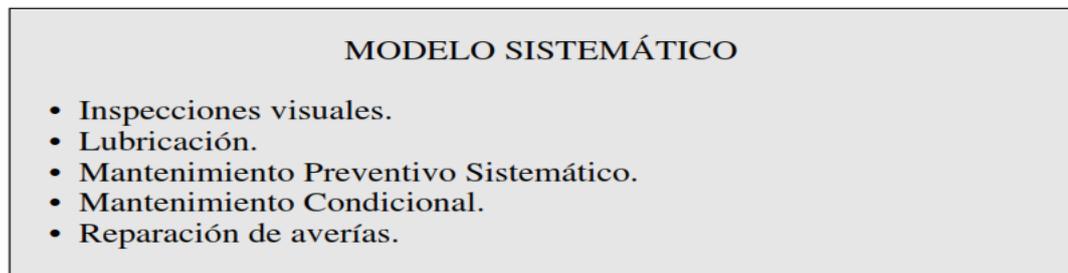


Figura 2.5 Modelo Sistemático

Fuente: [19]

• **Modelo de alta disponibilidad.**

Este modelo es el más riguroso de todos. Usualmente utilizado en equipos que sean imprescindibles, es decir que no pueden sufrir una avería. Deben tener una disponibilidad superior a 90%. Bajo estas condiciones no se puede realizar un paro total en la maquinaria, por lo tanto se requieren técnicas de mantenimiento predictivo, también cabe la posibilidad de realizar mantenimientos en periodos anuales o superiores. En esta revisión se cambian los elementos consumibles o sometidos a mayor desgaste.

El objetivo principal es que el equipo tenga cero averías, es decir, no recurrir a mantenimientos correctivos, por lo que es conveniente realizar reparaciones rápidas provisionales, que permitan a la máquina continuar con su funcionamiento hasta el paro anual. Un ejemplo de aplicable a este modelo de mantenimiento son las turbinas eléctricas [19]. La figura 2.6 muestra las características de alta disponibilidad:

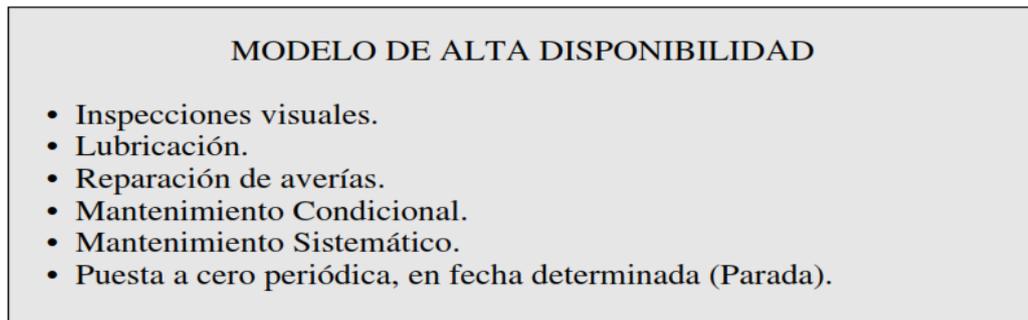


Figura 2.6 Modelo de alta disponibilidad

Fuente: [19]

2.2.6 Análisis de Fallas

Una falla es un evento que lleva a un equipo a no poder cumplir su función adecuadamente o en su totalidad. El análisis de una falla se usa para determinar la causa de la misma y poder establecer medidas correctivas para evitar su ocurrencia.

• Tipos de fallos

Fallas Tempranas: Ocurren al inicio de la vida útil y es un pequeño porcentaje del total de fallas. Causadas por problemas de instalación o de diseño.

Fallas Adultas: Se presentan durante la vida útil principalmente por el uso diario, ritmo de trabajo, mala manipulación del operario, etc.

Fallas Tardías: Aparecen habitualmente al final de la vida útil del equipo o máquina.

• Causas Generales de las Fallas

El origen de una falla se puede encontrar en:

Mal uso de los equipos. Por mal manejo del operario, falta de capacitación.

Errores de montaje. Instalación del equipo sobre un terreno inestable, errores en conexiones eléctricas.

Errores de fabricación. Montaje erróneo de elementos internos, partes defectuosas concentradoras de tensión, proceso de maquinado erróneo.

Deficiencias de diseño. Selección de materiales inapropiadas, dimensionamiento de partes ineficiente, tratamiento térmico incorrecto.

Imperfecciones en materiales. Tales como porosidades, magulladuras, segregaciones, discontinuidades en la colada.

Condiciones inapropiadas de servicio. Operación en condiciones de sobreesfuerzo, mantenimiento inadecuado, incidencia de factores como temperatura, ambiente, condiciones externas.

• **Métodos de análisis de fallas**

Existen varios métodos de análisis de fallos, que permiten evaluar el comportamiento de los equipos de una manera sistemática, determinen cuantitativamente los componentes críticos, nivel de fallo y las acciones necesarias de mantenimiento, con el fin de asegurar la disponibilidad operacional. Los más comunes son:

- Análisis de Criticidad (CA)
- Análisis de los Modos y Efectos de Falla (AMFE)
- Análisis Causa Raíz (RCA)
- Análisis Weibull (WA)

2.2.7 Matriz AMFE

Según [22], el propósito del AMFE consiste en sistematizar el estudio de un proceso/producto, identificar los puntos de fallos potenciales y elaborar planes de acción para combatir los riesgos

Definiciones de términos fundamentales del AMFE

Número de prioridad de riesgo

Tal índice está basado en los fundamentos que el método histórico de evaluación matemática de riesgos FINE, William T., si bien el índice de prioridad del AMFE incorpora un factor de detectabilidad. Por tanto es el producto de la frecuencia por la gravedad y por la detectabilidad, siendo traducible a un número adimensional que permite priorizar la urgencia de intervención [22].

Se calcula mediante:

$$NPR = G \times F \times D \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

NPR: Número de Prioridad de Riesgo

G: Gravedad de fallo

F: Probabilidad de ocurrencia

D: Detectabilidad

Los mencionados índices de evaluación se van determinando en escalas de 1 hasta 10 en función de las características de cada uno, siendo el menor puntaje 1 y 10 el máximo.

• Definición de índices de probabilidad

Gravedad: Determina la importancia o severidad del efecto del modo de fallo potencial. La tabla 2.2 muestra los parámetros de gravedad.

Tabla 2.2 Parámetros Gravedad de fallo.

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

Fuente: [22]

Probabilidad de ocurrencia: es la frecuencia en la que se presentan las fallas, se trata de una evaluación subjetiva, por lo que se recomienda utilizar datos históricos o estadísticos. Se puede reducir este índice mejorando los sistemas de prevención que impiden que se ocasione el fallo. En la tabla 2.3 se observa los parámetros para índice de probabilidad de ocurrencia.

Tabla 2.3 Frecuencia de fallo.

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos , ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos . Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Fuente: [22]

Detectabilidad: indica la probabilidad de que un modo de fallo ocasionado pueda detectarse con anticipación para evitar daños. La tabla 2.4 detalla los parámetros de detectabilidad.

Tabla 2.4 Probabilidad de detección.

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente . Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

Fuente: [22]

2.2.8 Lenguaje de código abierto

Es el término con el que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente. El código abierto tiene un punto de vista más orientado a los beneficios prácticos de compartir el código que a las cuestiones morales y/o filosóficas las cuales destacan en el llamado software libre.

- **Historia del lenguaje de código abierto**

Se utilizó por primera vez en 1998 por usuarios de la comunidad libre. El hecho de que el idioma de desarrollo fuera el inglés ha causado malas interpretaciones, ya que

se difundió el término software libre (free software), y la palabra “free” signifique tanto “libre” como “gratuito”. Sin embargo se aclarar que la característica principal del software libre es la “libertad de expresión”, es decir el propietario de los derechos garantiza a los usuarios una serie de libertades que no entrega propietario de un software privativo, por ejemplo no permite modificación o acceso al código fuente, tampoco permite distribuirlo. En el software privativo se paga por el derecho de uso de software, pero eso no convierte al desarrollador en propietario de su aplicación web, programa, etc.

En la actualidad se aplica un término que resuelve confusiones es FOSS, software libre de código abierto, por sus siglas en inglés, free and open source software.

Código abierto se utiliza para definir un movimiento nuevo de software (Open Source Initiative - Iniciativa Open Source), diferente al movimiento del software libre, incompatible con este último desde el punto de vista filosófico, y completamente equivalente desde el punto de vista práctico, de hecho, ambos movimientos trabajan juntos en el desarrollo práctico de proyectos [23].

La idea bajo el concepto de código abierto es sencilla: cuando los programadores (en Internet) pueden leer, modificar y redistribuir el código fuente de un programa, éste evoluciona, se desarrolla y mejora [23].

Servidor Web

Es el proceso de comunicación entre dos computadoras o más, la máquina o máquinas que piden el servicio o la información es llamada cliente y quien la otorga es el servidor [4].

El servidor web o también conocido como servidor HTTP una vez a recibido la petición del cliente prepara la página HTML con las imágenes o archivos que contenga la misma, mediante la interpretación de un código.

En este proyecto se utilizará el servidor Apache, que tiene la tecnología de código abierto.

2.2.9 PHP

PHP, acrónimo de PHP Hypertext Preprocesor, es un lenguaje de programación que se utiliza principalmente para el desarrollo de sitios web, pero para muchos es un

lenguaje de propósito general, y el uso que se le dé dependerá en parte de lo que necesite el programador [24].

Ventajas

- Soporte para trabajar con múltiples bases de datos
- Programación de páginas dinámicas con servidores
- Soporte para múltiples plataformas
- Facilidad de aprendizaje
- Portabilidad de código en diferentes plataformas [24].

Licencia de uso

Anteriormente se mencionó el criterio de “libre”, en caso de PHP se refiere a la licencia que tiene, la cual tiene tres puntos base:

- La primera libertad es la de usar el programa (PHP)
- La segunda es la de poder modificar el programa accediendo a su código fuente
- La tercera opción de distribuir el programa

Cabe acotar que no existe una empresa detrás de PHP, los avances en el código resultan del trabajo de desarrolladores que no tiene fines de lucro, los cuales revisan errores, notifican fallas de seguridad, añaden o quitan elementos, etc.

Bases de datos

Una base de datos es una estructura organizada de datos relacionados entre sí que permite obtener, eventualmente, información actualizada de una organización. Se dice eventualmente porque por sí misma no produce ninguna mejora: el beneficio se logra diseñándola en forma correcta a partir de lo que se necesita (requerimientos) y manteniendo sus datos actualizados [25].

Modelo de Datos

El objetivo principal de los sistemas informáticos es plasmar situaciones del mundo real mediante varias herramientas. El modelo de datos permite realizar esto, mediante el diseño de cómo se va a almacenar la información en la base de datos.

Modelo Jerárquico

Las bases de datos que ingresan dentro de este modelo organizan su información mediante jerarquías. Cada nivel de jerarquía puede tener un número N de nodos, con la particularidad de que cada uno no puede tener más de un padre [24]. En la figura 2.7 se observa que el nodo uno no tiene un nodo superior por lo que se lo denomina nodo raíz o padre, mientras que los nodos 2, 3, 4 se consideran nodos hijos.

Modelo de red

La diferencia fundamental es que aquí un nodo puede tener varios nodos superiores o padres. En la figura 2.8 se muestra que el nodo 4 es padre del nodo 5, y que los nodos 2 y 3 a su vez son padres del nodo 5.

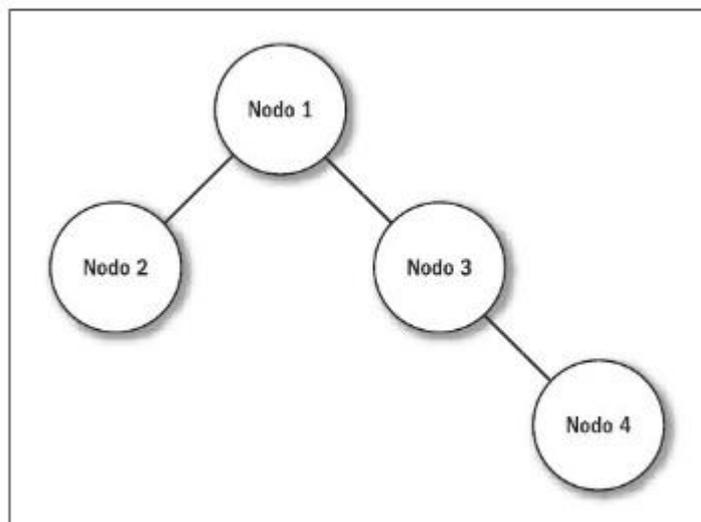


Figura 2.7 Modelo Jerárquico

Fuente: [24]

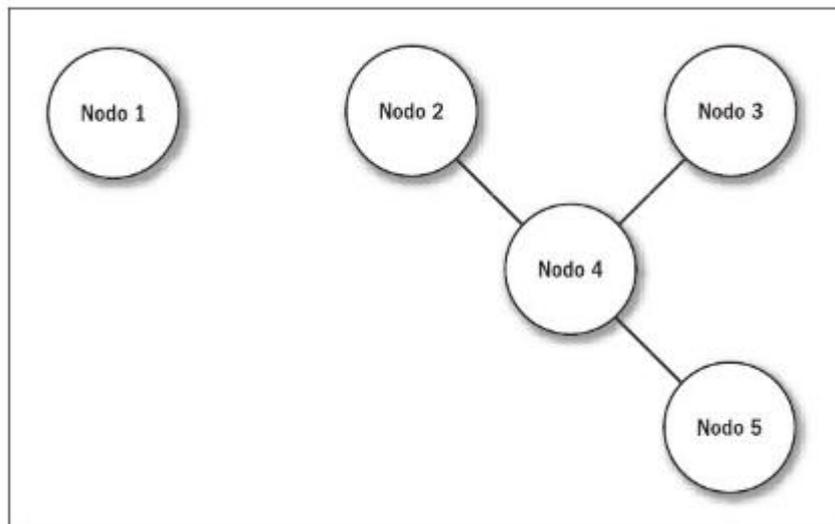


Figura 2.8 Modelo de red

Fuente: [24]

Modelo relacional

Este modelo es una opción para observar la información como en el mundo real, en este se incluyen conceptos como tabla (arreglo bidimensional), filas y columnas, además permite diferenciar por sus características básicas (atributos), permite relación uno a uno y uno a varios.

Modelo Orientado a objetos

Al momento de desarrollar sistemas multimedia, los modelos anteriormente mencionados presentan varias limitaciones como:

- Estructura de objetos compleja
- Se necesita almacenar datos como imágenes y texto
- Se requiere definir operaciones no estándar.

Por todo esto el lenguaje de programación orientada a objetos cada vez va teniendo más espacio, por lo que utilizar una base de datos que comparta la misma naturaleza es recomendable. Está basada en varias técnicas, incluyendo herencia, cohesión, abstracción, polimorfismo, acoplamiento y encapsulamiento.

2.2.10 MySQL

MySQL es un sistema de administración de bases de datos relacional (RDBSM). Se trata de un programa capaz de almacenar una enorme cantidad de datos de gran

variedad y de distribuirlos para cubrir necesidades de cualquier tipo de organización, desde pequeños establecimientos comerciales a grandes empresas y organismos administrativos, compite con sistemas RDBMS propietarios conocidos, como Oracle, SQL Server y DB2 [26].

Es una base de datos de código abierto más popular del mundo, gracias a las sugerencias y correcciones de los desarrolladores se ha convertido en una herramienta compleja, compitiendo con bases de datos comerciales. MySQL es utilizado por los siguientes motivos:

- Rapidez
- Posibilidad de trabajar en diferentes plataformas
- Múltiples formatos de tablas para cada necesidad
- Seguridad
- Gran estabilidad
- Administración simple
- Soporte técnico (con el licenciamiento comercial) [25].

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL PROYECTO

3.1 Selección de Alternativas

Se diseñará un plan de mantenimiento preventivo en el GADM Patate por los siguientes motivos:

Genera un registro de fallos y tiempos de paros organizados y detallados, el cual no existe en el GADM Patate

- Requiere menos inversión que el mantenimiento predictivo, el que tiene un gran costo de adquisición de equipos e instrumentación necesaria.
- Alarga la vida útil de los elementos mediante actividades planificadas, evitando paros innecesarios por mantenimiento correctivo, lo que se traduce en ahorro para el GADM Patate.
- Mejora la disponibilidad de la maquinaria.

3.2 Codificación de maquinaria pesada

Con el fin de facilitar la ubicación, referencia en órdenes de trabajo, histórico de fallos, cálculo de indicadores asignó un código único para cada maquinaria.

Se utilizó un sistema de codificación significativo o inteligente, el cuál a más de ser un simple número aporta información adicional. En la figura 3.1 detalla la información realizada

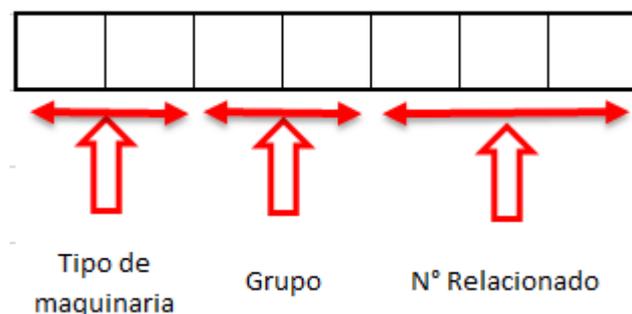


Figura 3.1 Codificación de equipos

Fuente: Autor

Tipo de Maquinaria: P (pesada)

Grupo:

1. Motoniveladora
2. Rodillo
3. Retroexcavadora
4. Cargadora
5. Tractor
6. Volqueta

Número Relacionado: asignado dentro del grupo

En la figura 3.2 se observa la codificación para la Motoniveladora 430 MG, cuyo código es P-1.001

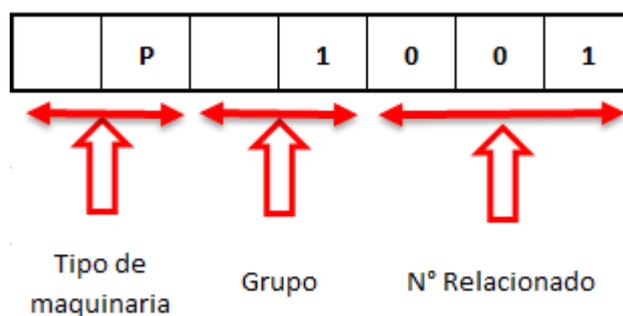


Figura 3.2 Ejemplo de codificación

Fuente: Autor

3.3 Inventario técnico de la maquinaria pesada del GADM Patate

Con la ayuda de la codificación se realizó el listado de maquinaria, que se observa en la tabla 3.1

Tabla 3.1 Maquinaria Pesada del GADM Patate

MAQUINARIA PESADA		
Código	Nombre	Marca
P1.001	Motoniveladora 430MG	Mitsubishi
P1.002	Motoniveladora 500	Galión
P3.001	Excavadora sobre orugas 210L	Hyundai
P3.003	Retroexcavadora Cargadora 416e	Caterpillar
P4.001	Cargadora Frontal 621e	Case
P4.002	Minicargadora 246 C	Caterpillar
P4.004	Cargadora 920	Caterpillar

MAQUINARIA PESADA		
Código	Nombre	Marca
P5.001	Tractor 850 D	Case
P5.002	Tractor TD15	INTERNATIONAL
P6.001	Volqueta #1	HINO
P6.002	Volqueta #2	HINO
P6.003	Volqueta #4	HINO
P6.004	Volqueta #5	HINO
P6.005	Volqueta #6	HINO

Fuente: Autor

3.4 Cálculo de indicadores de mantenimiento [21]

Los indicadores de gestión de mantenimiento cuantifican valores de tasa de fallos, fiabilidad y disponibilidad. Se utilizarán las ecuaciones detalladas a continuación:

Tiempo de Operación (TO):

$$TO = (TF - TP) \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

TF: El tiempo de funcionamiento.

TP: El tiempo de parada.

MTBF (Mid Time Between Failure): Es el Tiempo promedio entre Fallas

TR: Tiempo de reparación

MTTR (Mid Time To Repair): Es el Tiempo medio de reparación

N: Número de fallos

Tiempo de reparación

$$TR = (TF - TP) \quad \text{Ec. (2)}$$

Tiempo medio entre fallas (TMEF):

$$TMEF = \left(\frac{TO}{N}\right) \text{ Horas} \quad \text{Ec. (3)}$$

Tiempo medio de reparación (TMP):

$$TMP = \left(\frac{TP}{N}\right) \text{ horas} \quad \text{Ec. (4)}$$

Tasa de fallos (λ):

$$\lambda = \left(\frac{1}{TMEF} \right) \text{ horas} \quad \text{Ec. (5)}$$

Disponibilidad (D):

$$D = \left(\left(\frac{TMEF}{TMEF+TMR} \right) * 100 \right) \% \quad \text{Ec. (6)}$$

Tasa de reparación (μ):

$$\mu = \left(\frac{1}{TMR} \right) \text{ horas} \quad \text{Ec. (7)}$$

Tabla 3.2 Cálculo de disponibilidad de maquinaria pesada del GADM Patate para el año 2016

Código	Nombre	TMEF	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
P1.001	Motoniveladora 430MG	84,14	5,20	0,018	0,275	90,16
P1.002	Motoniveladora 500	70,20	6,60	0,024	0,266	86,22
P3.001	Excavadora sobre orugas	90,38	7,08	0,022	0,279	85,47
P3.003	Retroexcavadora Cargadora	81,50	7,17	0,021	0,243	85,73
P4.001	Cargadora Frontal 621E	83,18	52,63	0,016	0,392	72,68
P4.002	Minicargadora 246 C	113,30	10,59	0,014	0,656	90,76
P4.004	Cargadora CMT 920	88,22	4,79	0,033	0,306	85,70
P5.001	TRACTOR 850 D	109,05	8,06	0,015	0,456	90,29
P5.002	TRACTOR TD15	70,04	6,33	0,034	0,229	83,44
P6.001	Volqueta #1	94,62	4,27	0,014	0,299	93,80
P6.002	Volqueta #2	93,98	4,54	0,026	0,31	88,70
P6.003	Volqueta #4	129,54	3,13	0,012	0,415	95,36
P6.004	Volqueta #5	95,88	5,00	0,022	0,320	88,07
P6.005	Volqueta #6	56,63	6,04	0,020	0,20	89,90

Fuente: Autor

3.5 Fichas técnicas de maquinaria

Debido a lo dispersa que se encuentra la información en GADM de Patate, se hace necesario la creación de una herramienta que facilite el acceso a la información. Se diseñó un formato que incluye información de carácter técnico tales como marca, año de fabricación potencia, cilindrada, peso máximo de trabajo, sistemas de la maquinaria, etc. A continuación la figura 3.1 da un ejemplo del formato realizado. El Anexo A contiene todas las fichas técnicas de la maquinaria pesada.

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA					
Ficha de:				Tipo:	
Equipo:		Serie del Motor:			
Marca:		Placa:			
Registro:		Año de Fabricación:			
Modelo		Chofer:			
Serie chasis		Tipo de combustible:			
Modelo Motor:		Área Asignada:			
Color		Cilindrada			
Potencia		Peso en orden de trabajo máximo			
SISTEMAS					
Sistema Motriz			Sistema Eléctrico		
Sistema de Transmisión			Sistema de Dirección		
Sistema de Frenos			Sistema de Suspensión		
Manual de Fabricante:			si/no		
FUNCIÓN PRINCIPAL					
Elaborado por:		Fecha :		Aprobado:	
					Fecha :

Figura 3.3 Ficha técnica de maquinaria

Fuente: Autor

3.6 Análisis del histórico de fallos mediante la interpretación de la curva de la bañera

Con el objetivo de contrastar el comportamiento de la maquinaria del GADM de Patate, se realizó la curva de la bañera agrupando las máquinas por grupos. Solo se pudo obtener el histórico de fallos que se detalla en el anexo B, debido a que no existen registros exactos de años anteriores. Mediante la gráfica de la curva de la bañera se utiliza información de los indicadores de mantenimiento como la tasa de fallos calculadas mediante la ecuación (5) y el tiempo medio entre fallos, ecuación (3).

En la figura 3.4 se observa el desempeño de las Motoniveladoras del GADM Patate, se aprecia que la motoniveladora Mitsubishi MG 430e en el mes de marzo tuvo la mayor cantidad de paros (5), entre los meses de diciembre se tiene un rendimiento regular, presentándose los meses de enero, julio y diciembre los meses con mayor disponibilidad (98.75%). También tenemos el comportamiento de la Motoniveladora Galión 500 que tiene grandes variaciones en cuanto a la tasa de fallos entre meses esto debido a que la máquina tiene 35 años de funcionamiento siendo una de las más antiguas del GADM Patate, teniendo la disponibilidad menor en Julio (65%), en el mes de mayo se registra el mes con mayor tasa de fallo (0.047). En la figura 3.5 se encuentra que cada 22.8 horas existe un fallo en promedio, mientras que en la figura 3.6 se observa que un grupo de coordenadas que están en el rango de 20 a 40 horas entre fallos, lo que demuestra que esta maquinaria tiene una cantidad de mantenimientos correctivos excesivos.

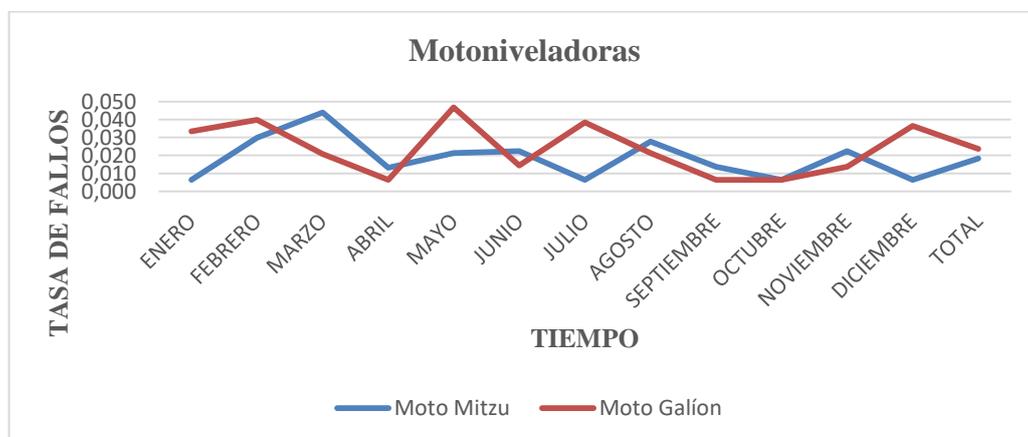


Figura 3.4 Curva de la bañera; Tasa de fallos vs Tiempo (meses). Motoniveladoras del GADM

Fuente: Autor

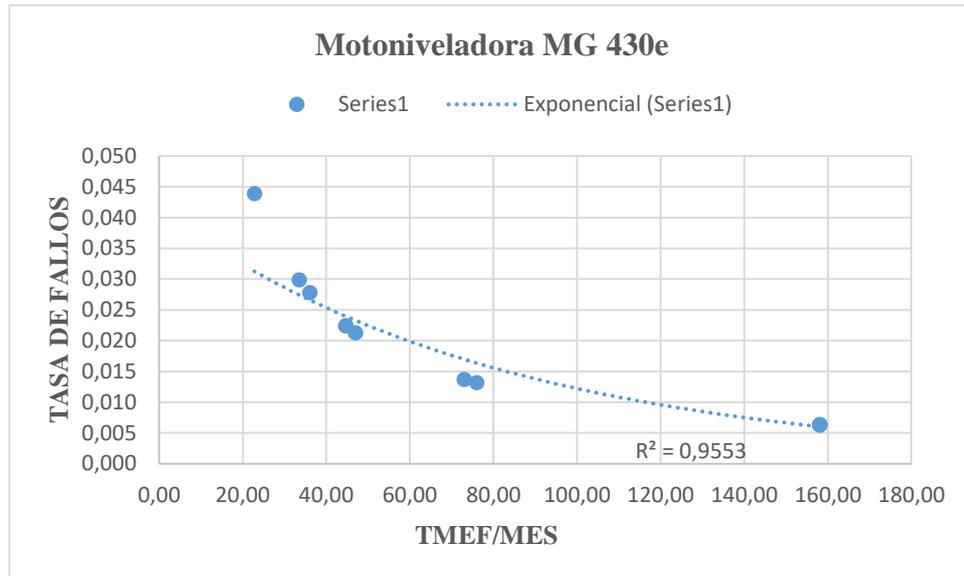


Figura 3.5 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Motoniveladora MG 430e

Fuente: Autor

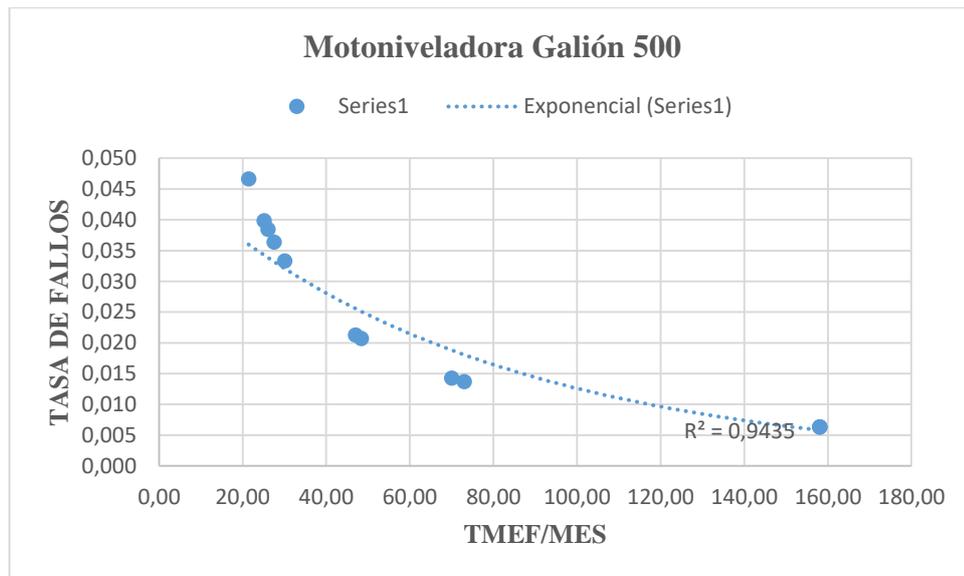


Figura 3.6 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes Motoniveladora Galión 500

Fuente: Autor

En la figura 3.7 se muestra un comportamiento lineal de la Retroexcavadora Hyundai 210L en los primeros meses del año, en los meses siguientes se presenta un pico de fallos en el mes de septiembre (0.063) con una disponibilidad más baja del año 39.38%, también se observa el comportamiento de la Retroexcavadora CAT que tiene un pico alto el en mes de agosto (0.053) y la disponibilidad más baja del año 58.75%, solo en los meses de marzo y diciembre se presenta un funcionamiento óptimo. En la

figura 3.8 se observa que el TMEF de la retroexcavadora Hyundai 210L en el primer semestre del año es de 158 horas. En la figura 3.9 se presenta el TMEF de la retroexcavadora CAT, menor con 18.8 horas.

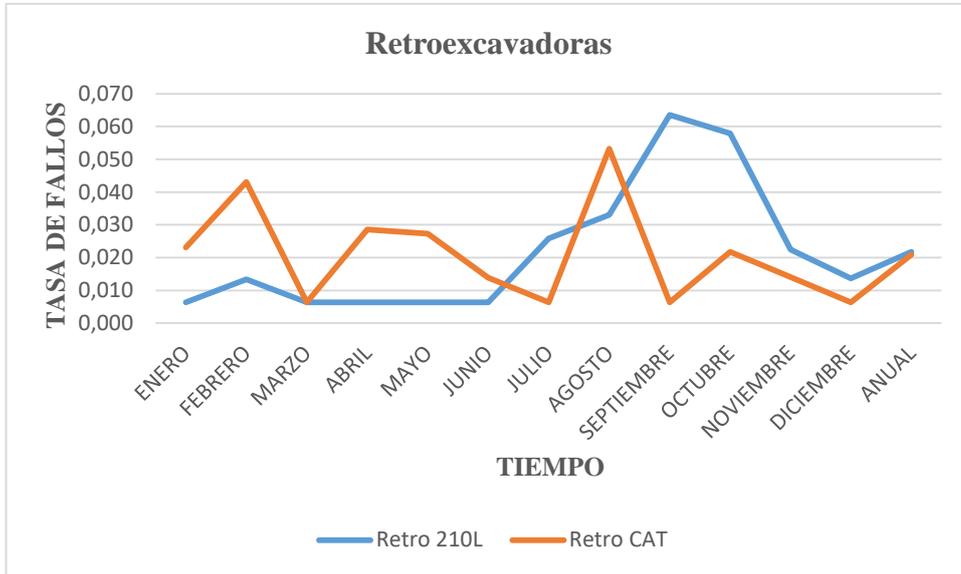


Figura 3.7 Curva de la bañera; Tasa de fallos vs Tiempo (meses). Retroexcavadoras del GADM Patate

Fuente: Autor

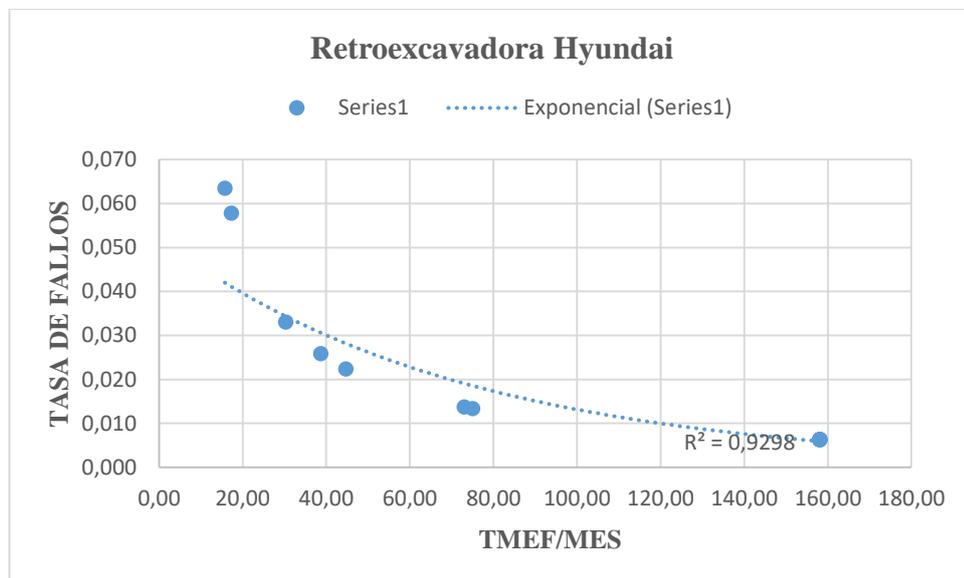


Figura 3.8 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Retroexcavadora Hyundai 210L

Fuente: Autor

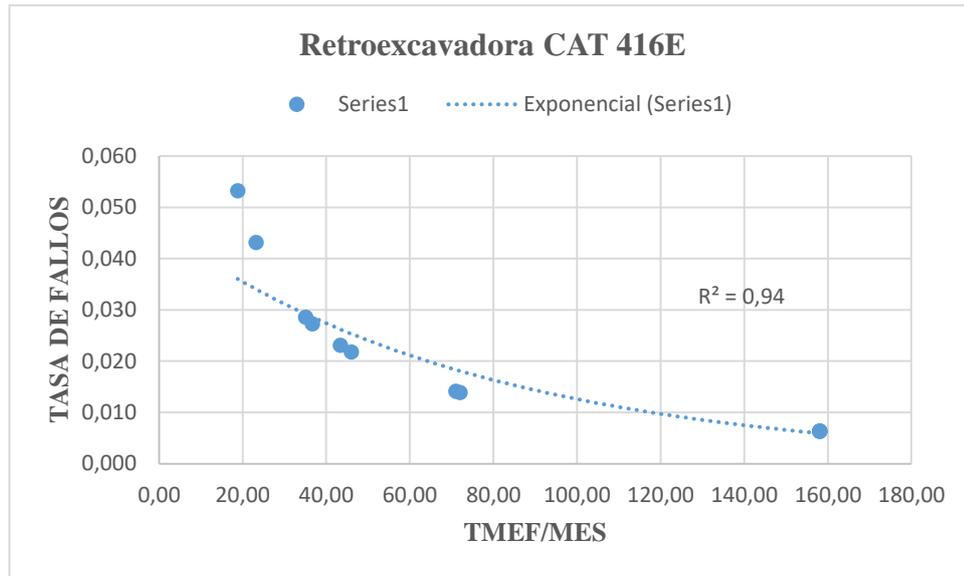


Figura 3.9 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Retroexcavadora CAT 416e

Fuente: Autor

En la figura 3.10 se aprecian un pico alto en los mes de abril para la cargadora CMSE 621e, los meses de abril, mayo y junio tiene un comportamiento lineal, además se observa la Cargadora CMT 920, en el primer semestre del año tiene dos picos de fallos siendo el punto más alto en abril (0.152), en el segundo semestre la tasa de fallos baja considerablemente.

En la figura 3.11 se muestra que el un grupo de coordenadas que están en el rango de 40 a 80 horas entre fallos debido a tener varios fallos entre meses y en la figura 3.12 se observa un punto de TMEF más bajo de 6.58 horas.

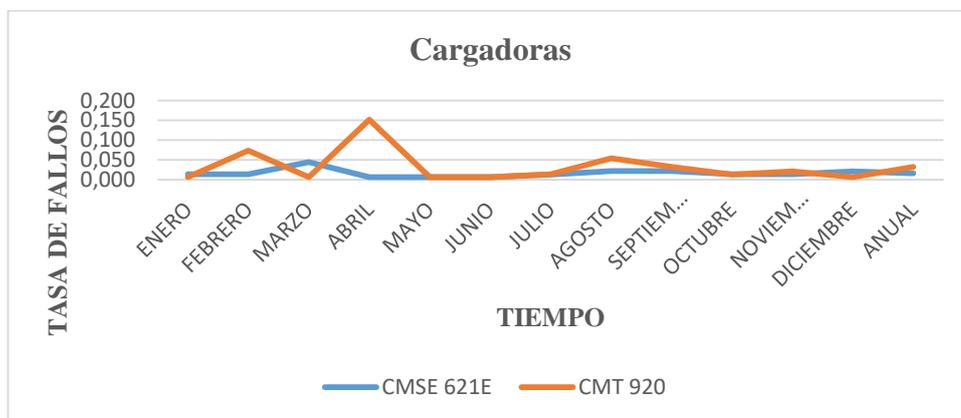


Figura 3.10 Curva de la bañera; Tasa de fallos vs Tiempo (meses). Cargadoras del GADM Patate

Fuente: Autor

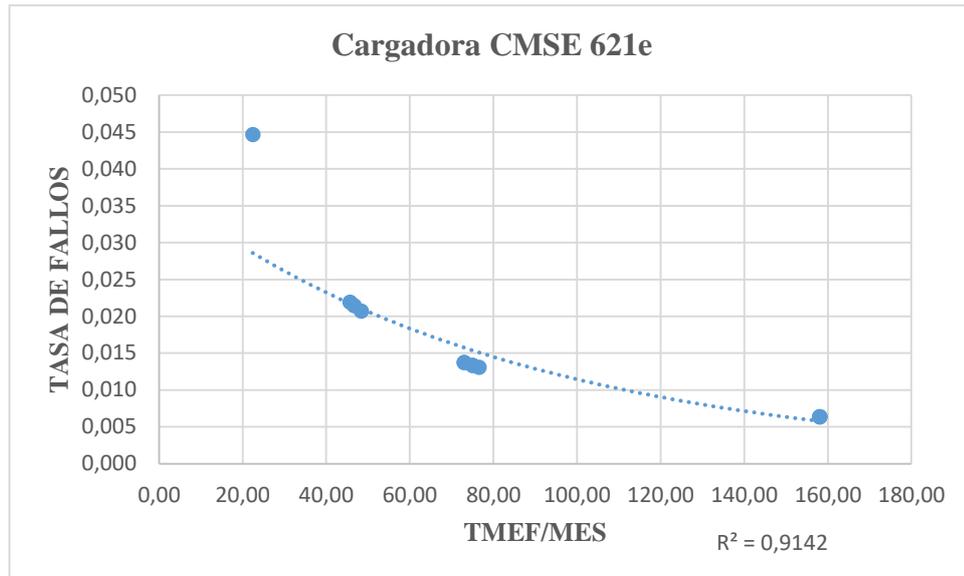


Figura 3.11 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Minicargadora CMSE 621e

Fuente: Autor

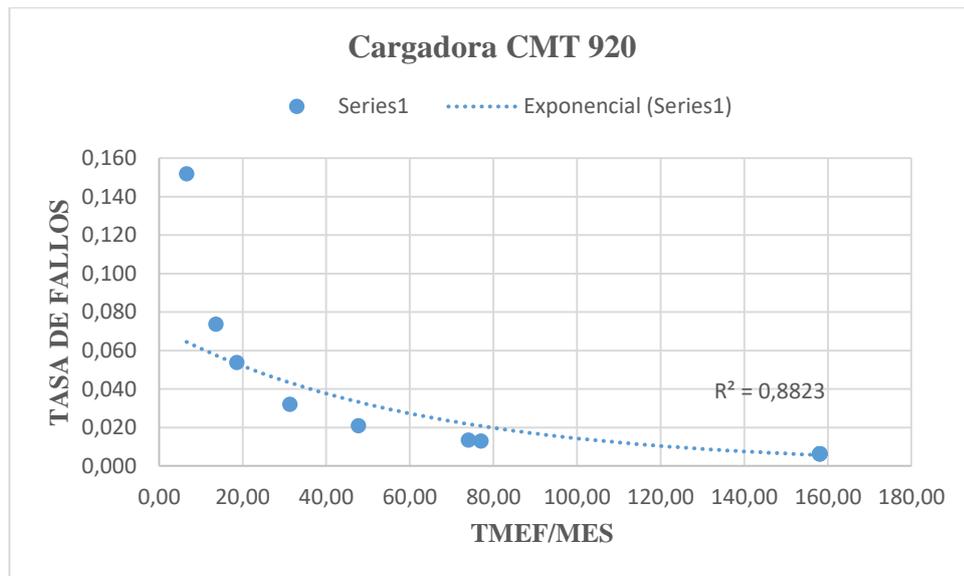


Figura 3.12 Curva de la bañera Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Cargadora CMT 920

Fuente: Autor

En la figura 3.13 se aprecia la Minicargadora CMT CAT 246 C tiene un comportamiento lineal la mayor parte del año, teniendo un pico en el mes de abril con la tasa de fallos más alta del año (0.051), en general la máquina tiene un comportamiento esperado. En la figura 3.14 se muestran datos agrupados mayormente cerca de las 160 horas de funcionamiento.

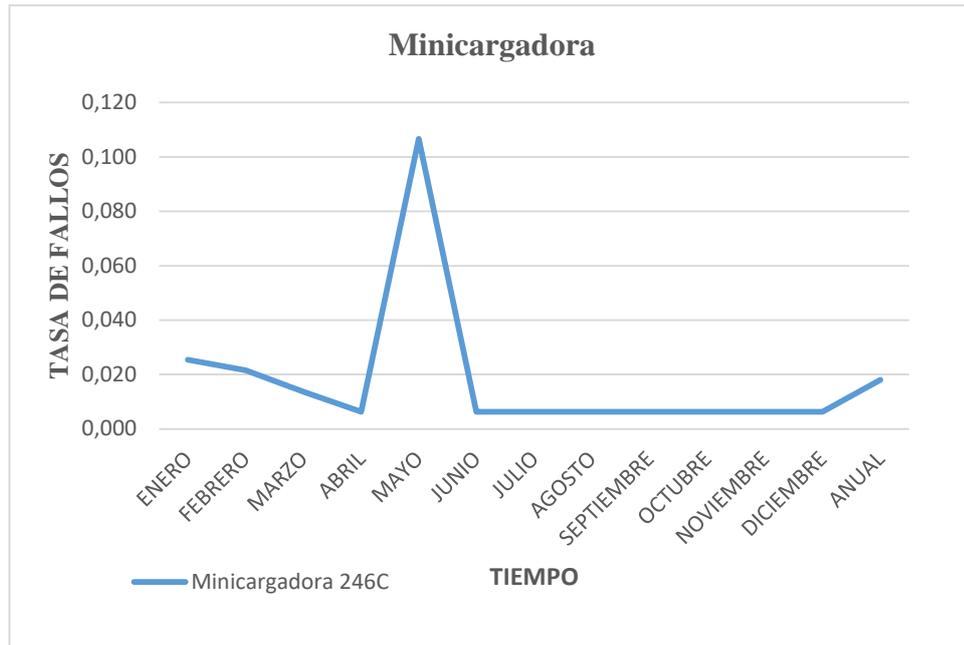


Figura 3.13 Curva de la bañera; Tasa de fallos vs Tiempo (meses). Minicargadora CMT 246C

Fuente: Autor

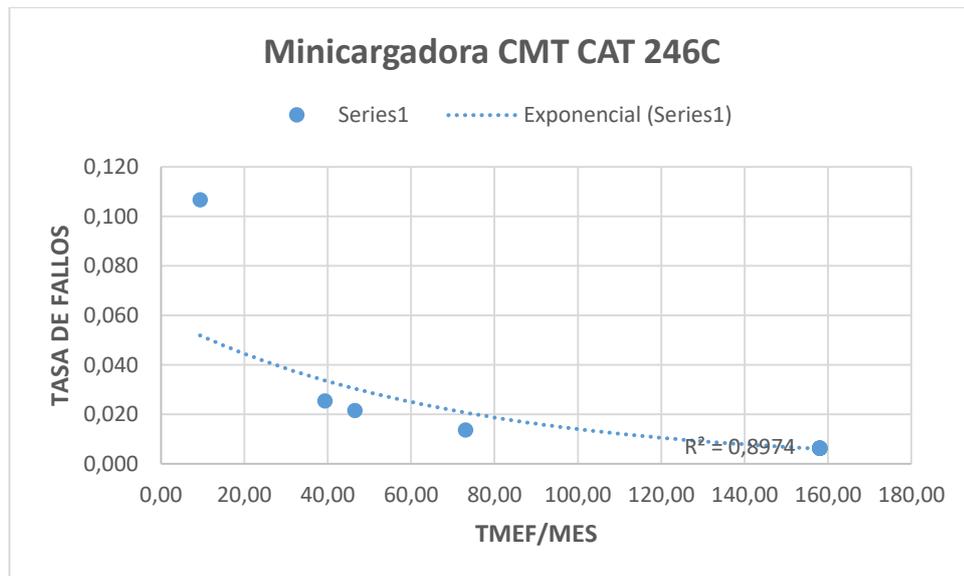


Figura 3.14 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Minicargadora CMT 246C

Fuente: Autor

En la figura 3.15 se observa el comportamiento del Tractor TD 15 teniendo su tasa de fallos más alta en marzo (0.060), se observa el comportamiento del Tractor TD 15 teniendo su tasa de fallos más alta en enero (0.167) y una disponibilidad del 33.75%.

En la figura 3.16 se observa que el TMEF del tractor CASE 850D más bajo es de 16,80 horas, en todo el año tiene un TMEF de 109.25 horas, mostrando el contraste entre mantenimientos.

En la figura 3.17 se observa que el TMEF del tractor TD15 más bajo es de 6 horas esto posiblemente a que esta es una de las máquinas más antiguas del GADM Patate.

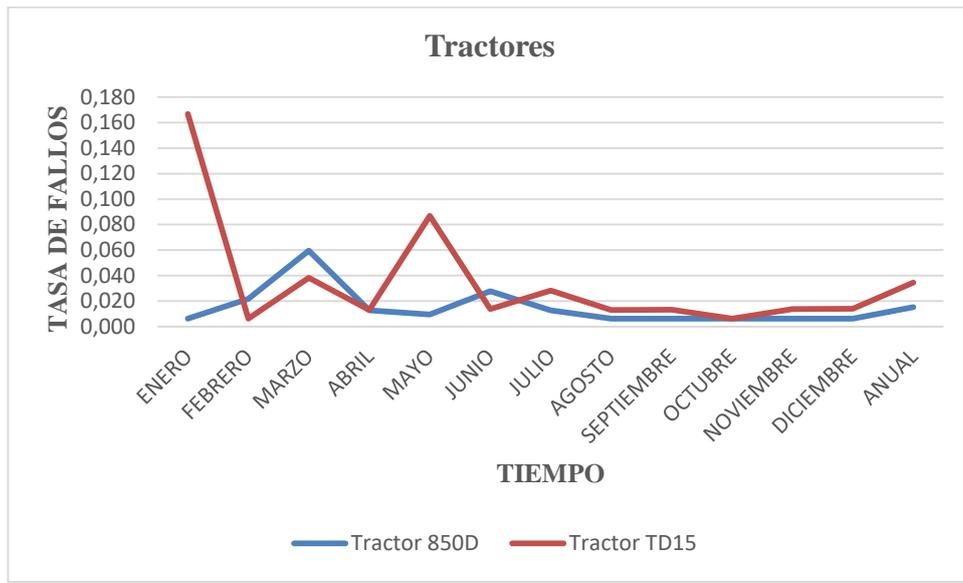


Figura 3.15 Curva de la bañera; Tasa de fallos vs Tiempo (meses). Tractores del GADM Patate

Fuente: Autor

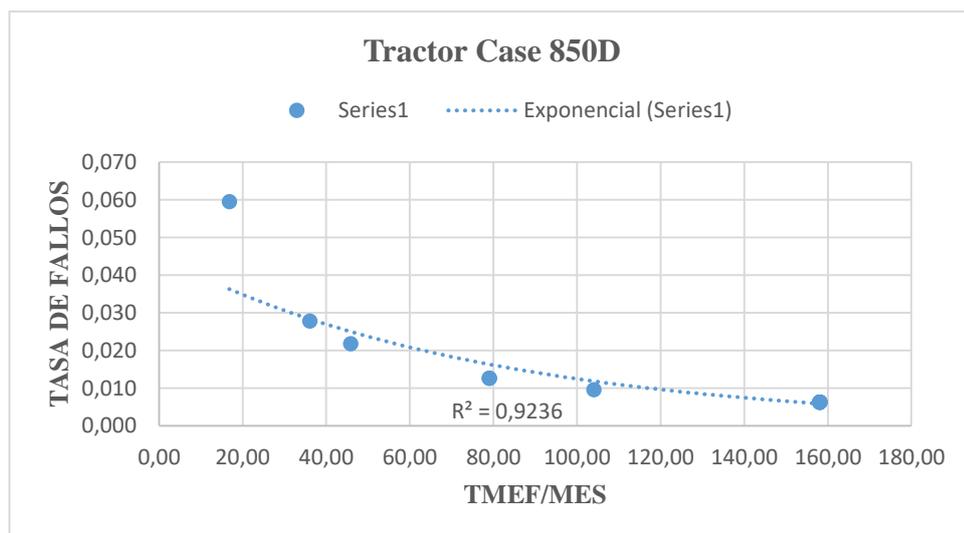


Figura 3.16 Curva de la bañera Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Tractor Case 850D

Fuente: Autor

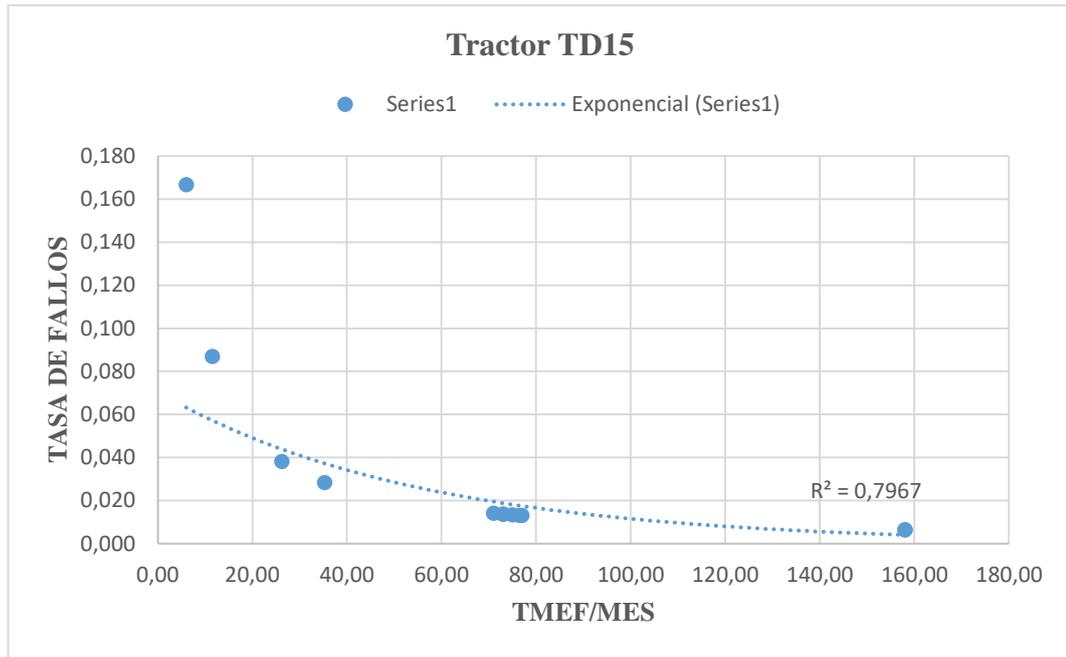


Figura 3.17 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Tractor TD15

Fuente: Autor

En la figura 3.18 se aprecia el comportamiento de la volqueta GH#1, tiene varios picos a lo largo del año, se puede considerar que entre los meses de marzo a julio la tasa de fallos es baja en el rango de 0.06 a 0.014, mientras que el punto más alto es en agosto (0.030), se aprecia el comportamiento de la volqueta GH#2, tiene dos picos altos de tasa de fallos en los meses de agosto (0.027) y septiembre (0.026), en los meses de marzo a julio se halla el rendimiento más homogéneo, además se observa el comportamiento de la volqueta GH#4, tiene el pico más alto de tasa de fallos en agosto (0.025) y coincidiendo el punto más bajo de disponibilidad 84.38%, se muestra el comportamiento de la volqueta GH#5, tiene varios picos a lo largo de año, se puede considerar que entre los meses de marzo a julio la tasa de fallos es baja en el rango de 0.06 a 0.013, mientras que el punto más alto es en diciembre (0.035), finalmente se mira el comportamiento de la volqueta GH#6, que tiene el punto más alto de fallos en agosto (0.037), mientras que el resto del año tiene un comportamiento regular.

En la figura 3.19 se observa que la mayor concentración de datos de TMEF se encuentra en el rango de 70 a 80 horas.

En la figura 3.20 se aprecia que el menor TMEF a lo largo del año es de 36,5 horas.

En la figura 3.21 se concluye que el menor TMEF es de 39.50 horas.

En la figura 3.22 y 3.23 se observa que un comportamiento parabólico de Tasa de Fallos vs TMEF.

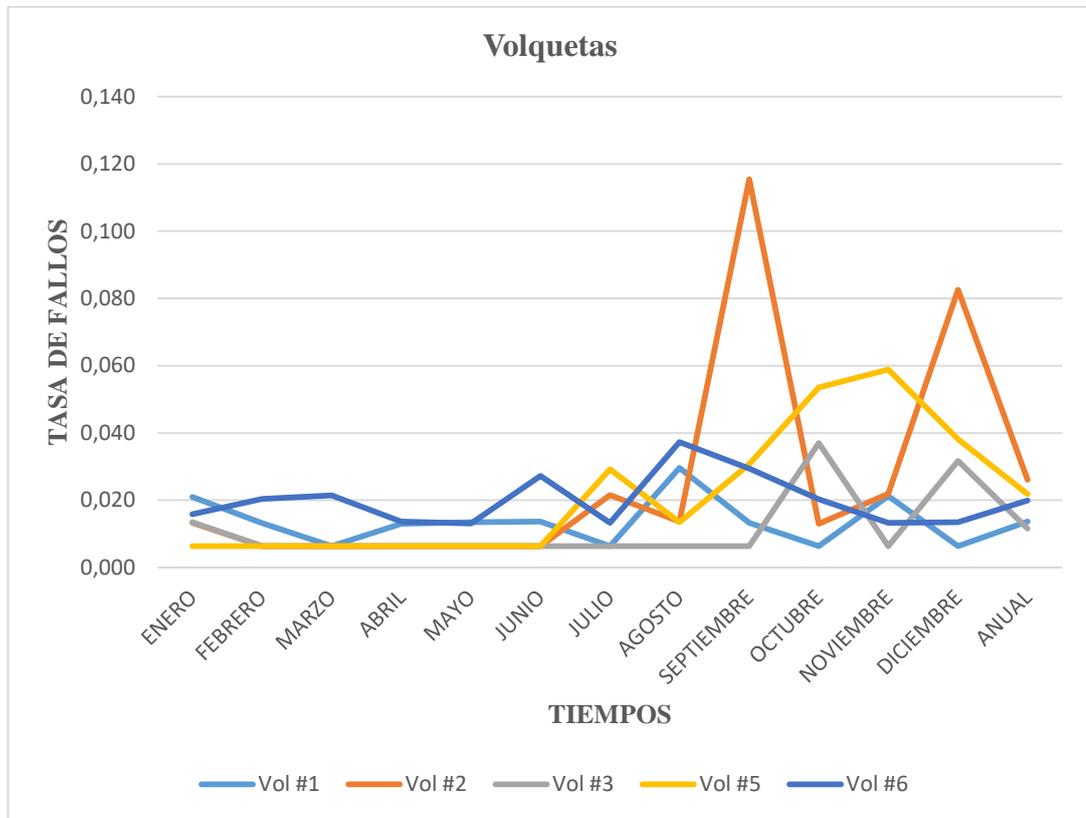


Figura 3.18 Curva de la bañera; Tasa de fallos vs Tiempo (meses). Volquetas del GADM Patate

Fuente: Autor

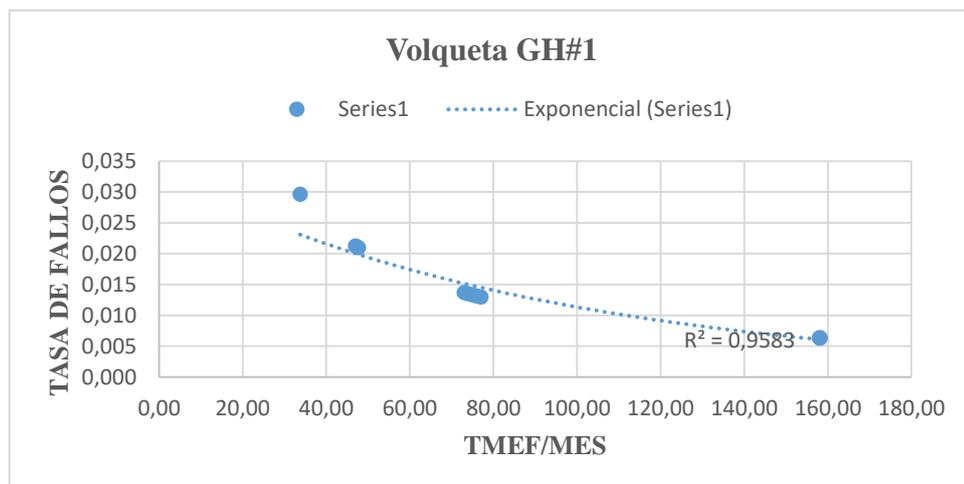


Figura 3.19 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Volqueta GH#01

Fuente: Autor

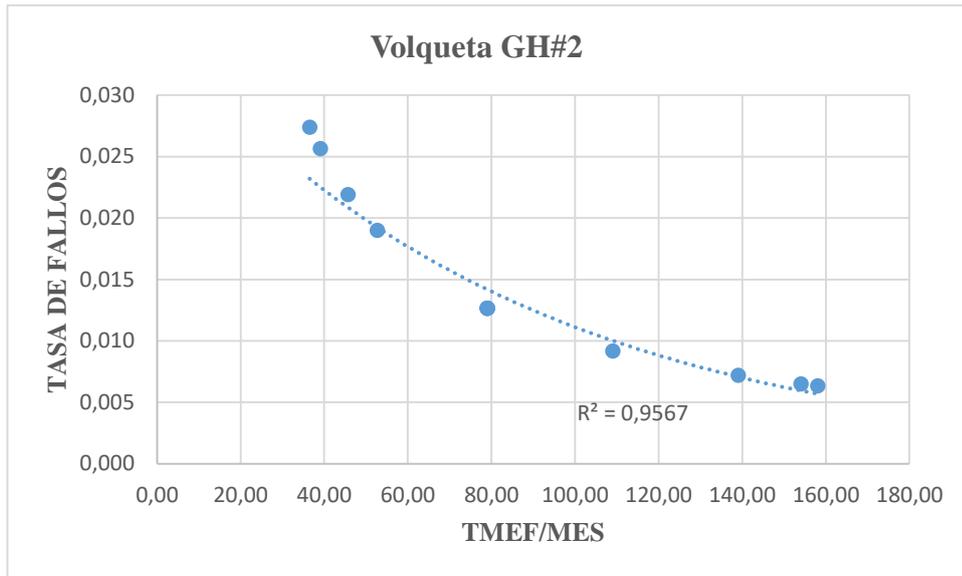


Figura 3.20 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Volqueta GH#02

Fuente: Autor

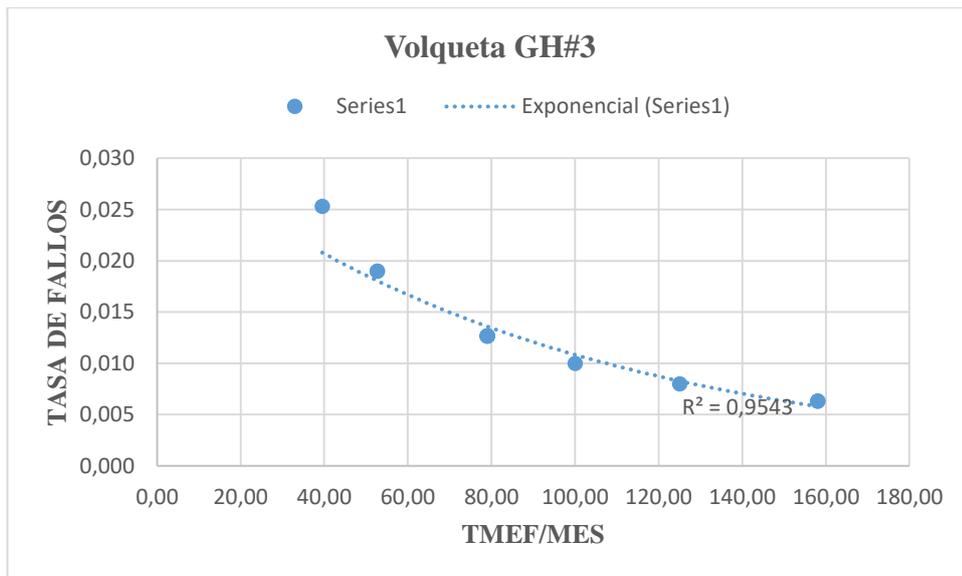


Figura 3.21 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Volqueta GH#04

Fuente: Autor

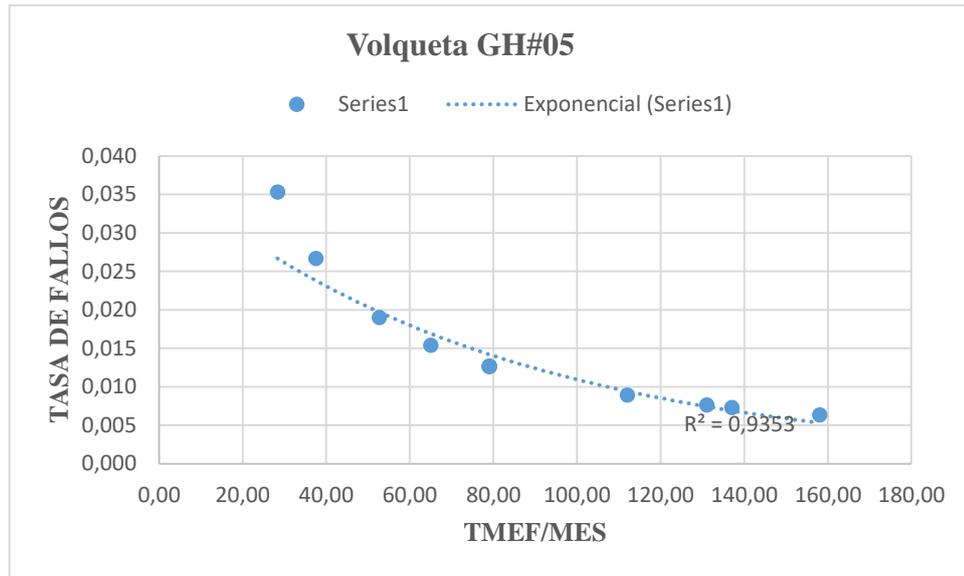


Figura 3.22 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Volqueta GH#05

Fuente: Autor

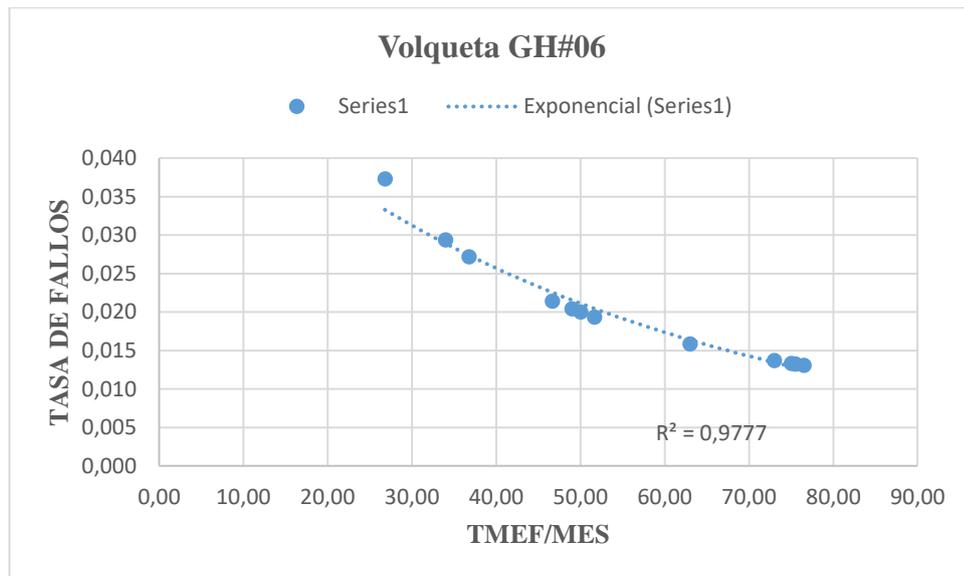


Figura 3.23 Curva de la bañera: Tasa de Fallos vs. TMEF/Mes. Volqueta GH#06

Fuente: Autor

3.7 Aplicación de Matriz de Análisis de Modos de Fallos y Efectos (AMFE)

Se usó la matriz AMFE con el objetivo de encontrar los fallos más comunes en la maquinaria pesada, además de determinar los componentes más críticos que pueden causar daños enormes perjuicios.

Para la realización de la Matriz AMFE se analizará mediante grupos de maquinaria pesada, y no por máquina individual debido a que poseen casi los mismos componentes.

Se calculará el Número de Prioridad de Riesgo (NPR) mediante la ecuación 8, y se asignará valores para F, G y D mediante las tablas 2.3, 2.4 y 2.5. El NPR permitirá conocer si el subsistema analizado tiene un riesgo aceptable (A), reducción deseable (R), riesgo inaceptable (I).

A continuación se muestran los componentes con NPR más alto los que fueron obtenidos de las matrices AMFE del anexo D.

En la figura 3.24 se observa que varios componentes de las motoniveladoras como motor hidráulico, relé, bomba de freno, válvula de purga, bomba de aceite, válvula de alivio, volante de inercia tienen un NPR superior a 140, por lo que requieren una acción inmediata para evitar fallos.

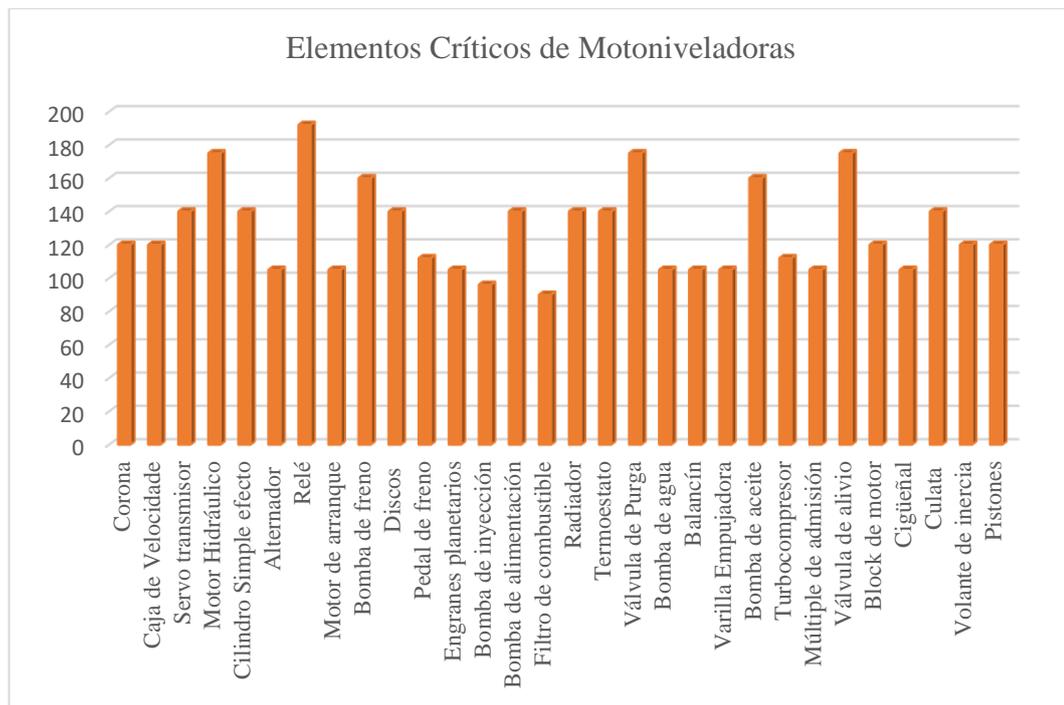


Figura 3.24 Análisis AMFE para motoniveladoras

Fuente: Autor

En la figura 3.25 se aprecia que componentes como mando final, bocines pines, gatos hidráulicos, y todos los cilindros de las retroexcavadoras requieren acciones inmediatas de mantenimiento, adicionalmente se tiene que otros elementos como relé, válvula de purga y válvula de alivio aparecen nuevamente con NPR al igual que en las motoniveladoras.

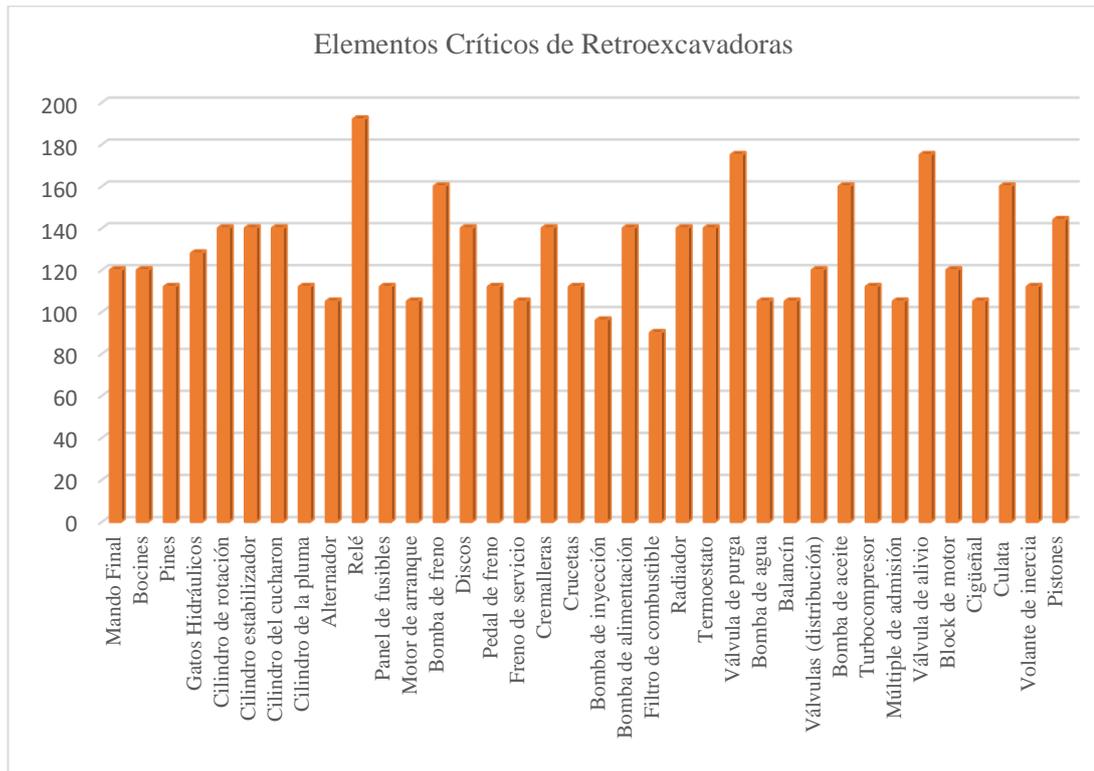


Figura 3.25 Análisis AMFE para retroexcavadoras

Fuente: Autor

En cuanto al grupo de cargadoras se tiene a la caja de velocidades, válvula de control de presión, válvula de control direccional tienen una prioridad alta de atención para el mantenimiento. Como se detalla en la figura 3.26

En la figura 3.27 componentes de mayor atención para tractores como gatos hidráulicos, bocines, pines, válvula 2/2 de palanca, cilindro simple efecto, bomba de inyección, crucetas o uniones universales.

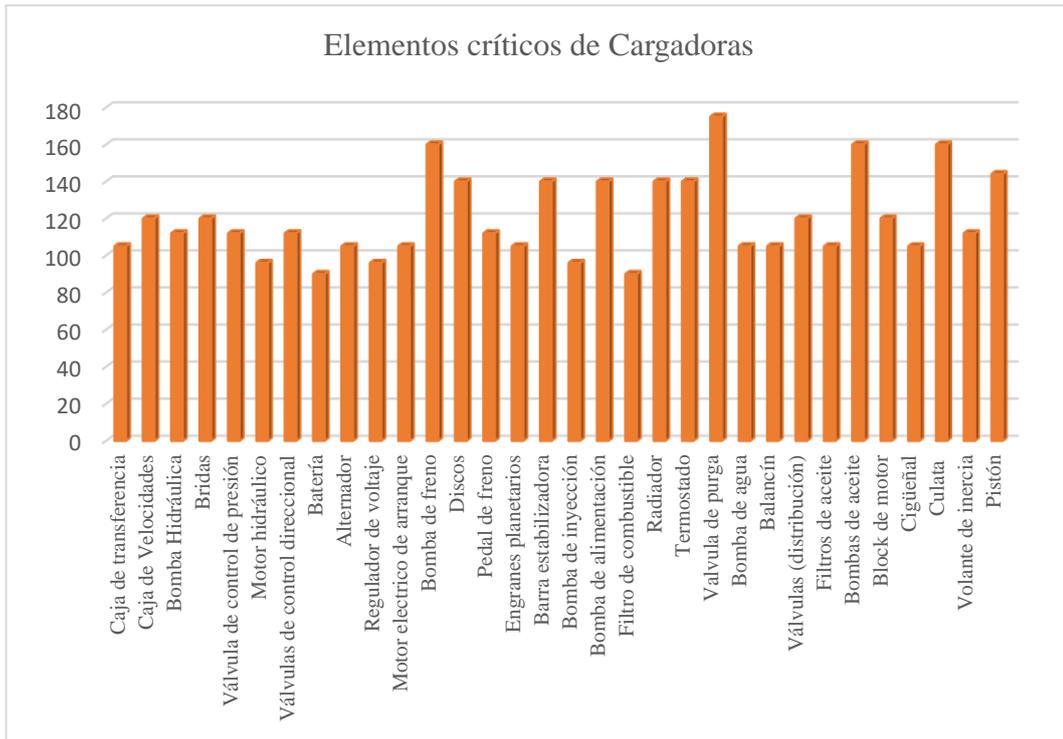


Figura 3.26 Análisis AMFE para cargadoras

Fuente: Autor

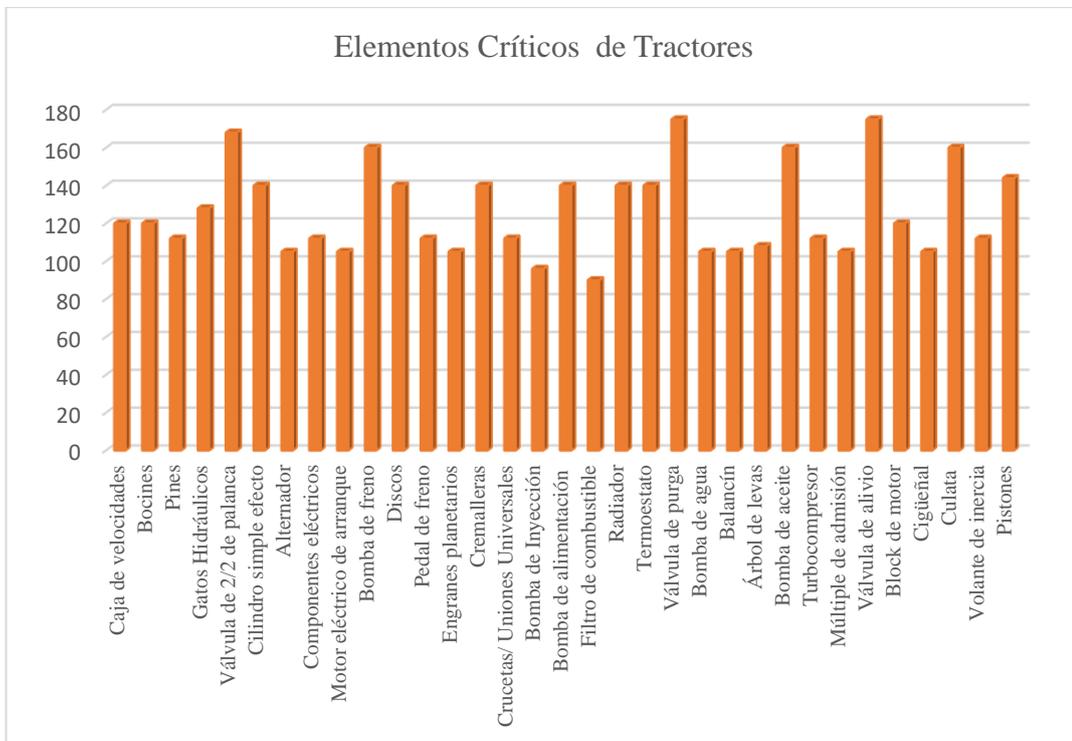


Figura 3.27 Análisis AMFE para tractores

Fuente: Autor

En el grupo de volquetas se muestran componentes con mayor prioridad como válvula de palanca, cilindro simple efecto, balancín como se muestra en la figura 3.28.

Además se puede concluir que existen varios componentes como block de motor, cigüeñal, pistones, volante de inercia, que aparecen en todos los grupos de maquinaria pesada, generalmente tienen una probabilidad de ocurrencia de 2 o 3 es decir poca, sin embargo tienen una gravedad de 8 o 9 por lo que su NPR es alto y en caso de fallo se tendría un fallo catastrófico.

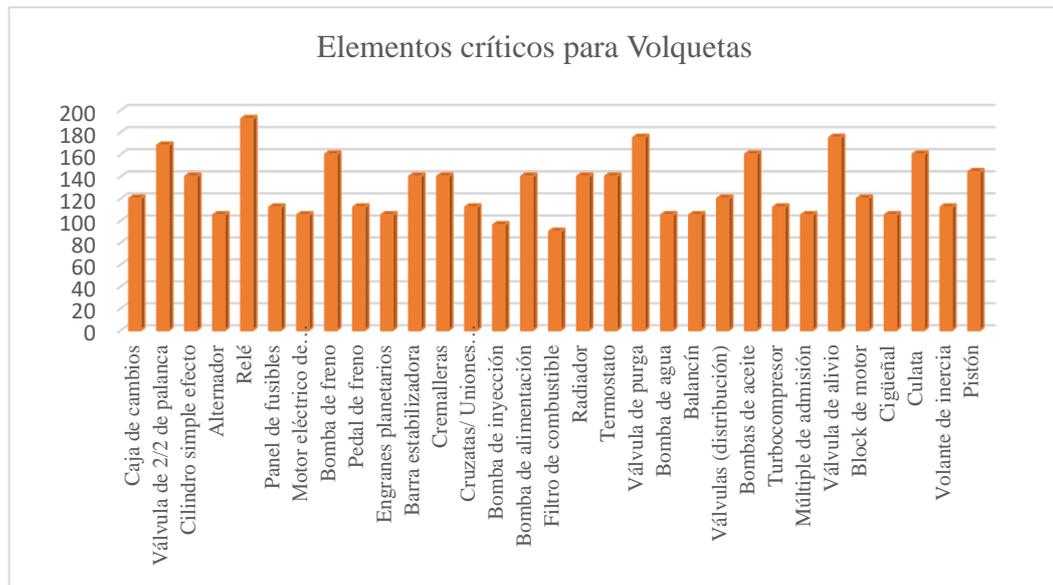


Figura 3.28 Análisis AMFE para volquetas

Fuente: Autor

3.8 Diseño de bitácora de mantenimiento

Como siguiente paso se utilizó los componentes más críticos detectados mediante anteriormente mediante la matriz AMFE, dando en una periodicidad a las actividades de mantenimiento, obteniendo la información de las recomendaciones del manual del fabricante y jefe de taller de mantenimiento. Cabe recalcar que las tablas 3.3 a 3.8 fue la base para las bitácoras del anexo G en las que se detalla todos los componentes, actividades y fechas de mantenimiento con mayor exactitud.

Tabla 3.3 Diseño de bitácora para volquetas

Sistema	Componente	Actividad	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
Transmisión	Caja de cambios	Verificar la lubricación			x	
	Válvula de 2/2 de palanca	Revisión de estado de componente			x	
Hidráulico	Cilindro simple efecto	Verificar la presión interna del cilindro	x			
	Alternador	Comprobar estado de batería	x			
Eléctrico	Relé	Revisión de funcionamiento del relé	x			
	Panel de fusibles	Revisión de panel de fusibles	x			
	Motor eléctrico de arranque	Limpieza de suciedad del motor			x	
Freno	Bomba de freno	Mantenimiento de la bomba			x	
	Engranajes planetarios	Revisar la lubricación de los engranes			x	
Suspensión	Barra estabilizadora	Mantenimiento de la barra estabilizadora				x
Dirección	Cremalleras	Lubricación de dientes de la cremallera			x	
	Uniones Universales	Revisión y lubricación de las crucetas			x	
Alimentación	Bomba de inyección	Cambio del sello de la bomba		x		
	Bomba de alimentación	Mantenimiento de la bomba de alimentación			x	
	Filtro de combustible	Cambio de filtro de combustible		x		
Refrigeración	Radiador	Limpieza del radiador	x			
	Termostato	Revisión de temperatura de funcionamiento	x			
	Válvula de purga	Limpieza de la válvula	x			
	Bomba de agua	Cambio de empaques de bomba		x		
Distribución	Balancín	Calibración del balancín		x		
	Válvulas (distribución)	Mantenimiento de las válvulas de admisión y escape				x
Lubricación	Bombas de aceite	Cambio de sello de la bomba				x
Admisión	Turbocompresor	Inspección y limpieza de aletas	x			

Sistema	Componente	Actividad	Mensual	Trimestral	Semestral	Annual
	Múltiple de admisión	Mantenimiento de múltiple de admisión				x
	Válvula de alivio	Revisión de escape de gases		x		
Mecánico	Block de motor	Inspección y limpieza del block de motor				x
	Cigüeñal	Mantenimiento de cigüeñal				x
	Culata	Revisión y limpieza de la culata				x
	Volante de inercia	Revisión y limpieza de volante de inercia				x
	Pistones	Comprobar estado temperatura funcionamiento				x

Fuente: Autor

Tabla 3.4 Diseño de bitácora para tractores

Sistema	Componente	Actividad	Mensual	Trimestral	Semestral	Annual
Transmisión	Caja de velocidades	Lubricación de la caja de velocidades			x	
	Bocines	Inspección de bocines		x		
	Pines	Mantenimiento de pines		x		
Hidráulico	Gatos Hidráulicos	Lubricación de gatos Hidráulicos		x		
	Válvula de 2/2 de palanca	Mantenimiento y limpieza de resortes de válvula			x	
	Cilindro simple efecto	Revisión del vástago del cilindro, revisión de temperatura	x			
Eléctrico	Alternador	Tensión o cambio de correa del alternador	x			
	Componentes eléctricos	Inspección de conexiones eléctricas	x			
	Motor eléctrico de arranque	Limpieza de suciedad del motor			x	
Freno	Bomba de freno	Mantenimiento de la bomba			x	
	Discos	Lubricación de disco de freno			x	
	Engranajes planetarios	Revisar la lubricación de los engranes			x	
Dirección	Cremalleras	Lubricación de dientes de la cremallera		x		

Sistema	Componente	Actividad	Mensual	Trimestral	Semestral	Annual
	Crucetas/ Uniones Universales	Cambio del sello de la bomba		x		
Alimentación	Bomba de Inyección	Mantenimiento de la bomba de alimentación		x		
	Bomba de alimentación	Cambio de filtro de combustible	x			
	Filtro de combustible	Limpieza del radiador	x			
Refrigeración	Radiador	Revisión de temperatura de funcionamiento	x			
	Termostato	Limpieza de la válvula	x			
	Válvula de purga	Cambio de empaques de bomba		x		
	Bomba de agua	Calibración del balancín				x
Distribución	Balancín	Limpieza y revisión de varilla empujadora				x
	Árbol de levas	Inspección y lubricación del árbol de levas		x		
Lubricación	Bomba de aceite	Cambio de sello de la bomba		x		
Admisión	Turbocompresor	Revisión de carrete del turbo			x	
	Múltiple de admisión	Revisión de agrietamiento u holgura			x	
	Válvula de alivio	Inspección de la válvula de alivio		x		
Mecánico	Block de motor	Inspección y limpieza del block de motor				x
	Cigüeñal	Mantenimiento de cigüeñal				x
	Culata	Revisión y limpieza de la culata				x
	Volante de inercia	Revisión y limpieza de volante de inercia				x
	Pistones	Comprobar estado temperatura funcionamiento				x

Fuente: Autor

Tabla 3.5 Diseño de bitácora para cargadoras

Sistema	Componente	Actividad	Mensual	Trimestral	Semestral	Annual
Transmisión	Caja de transferencia	Lubricación de caja de transferencia			X	
	Caja de Velocidades	Lubricación de caja de velocidades			X	
Hidráulico	Bomba Hidráulica	Cambio de empaques		X		
	Bridas	Revisión de conexiones de las bridas	X			
	Válvula de control de presión	Revisar presión de funcionamiento del sistema	X			
	Motor hidráulico	Revisión y mantenimiento de motor			X	
	Válvulas de control direccional	Mantenimiento de válvula		X		
	Cilindro de cuchara	Cambio de empaque		X		
Eléctrico	Batería	Revisión de estado de batería	X			
	Alternador	Revisión de carbones del alternador	X			
	Regulador de voltaje	Revisión de conexiones del alternador	X			
	Motor eléctrico de arranque	Limpieza de suciedad del motor		X		
Freno	Bomba de freno	Mantenimiento de la bomba			X	
	Discos	Lubricación de disco		X		
	Engranajes planetarios	Revisar la lubricación de los engranes			X	
Suspensión	Barra estabilizadora	Revisión de estado de la barra		X		
Alimentación	Bomba de inyección	Cambio del sello de la bomba			X	
	Bomba de alimentación	Mantenimiento de la bomba de alimentación			X	
	Filtro de combustible	Cambio de filtro de combustible		X		
Refrigeración	Radiador	Limpieza del radiador	X			
	Termostato	Revisión de temperatura de funcionamiento	X			
	Válvula de purga	Limpieza de la válvula	X			

Sistema	Componente	Actividad	Mensual	Trimestral	Semestral	Annual
	Bomba de agua	Cambio de empaques de bomba		x		
Distribución	Balancín	Calibración del balancín				x
	Válvulas (distribución)	Mantenimiento de las válvulas de admisión y escape				x
Admisión	Filtros de aceite	Cambio de filtro de aceite		x		
Lubricación	Bombas de aceite	Cambio de sello de la bomba			x	
Mecánico	Block de motor	Inspección y limpieza del block de motor				x
	Cigüeñal	Mantenimiento de cigüeñal				x
	Culata	Revisión y limpieza de la culata				x
	Volante de inercia	Revisión y limpieza de volante de inercia				x
	Pistón	Comprobar estado temperatura funcionamiento				x

Fuente: Autor

Tabla 3.6 Diseño de bitácora para motoniveladoras

Sistema	Componente	Actividad	Mensual	Trimestral	Semestral	Annual
Transmisión	Corona	Lubricación de la corona		x		
	Caja de Velocidades	Lubricación de la caja de velocidades			x	
Hidráulico	Servo transmisor	Limpieza y lubricación de mecanismo del servo			x	
	Motor Hidráulico	Revisión y mantenimiento de motor			x	
	Cilindro Simple efecto	Revisión del vástago del cilindro, revisión de temperatura		x		
Eléctrico	Alternador	Revisión de carbones del alternador		x		
	Relé	Cambio de fusibles		x		
	Motor de arranque	Limpieza de suciedad del motor			x	
Freno	Bomba de freno	Mantenimiento de la bomba			x	
	Discos	Lubricación de disco de freno			x	

Sistema	Componente	Actividad	Mensual	Trimestral	Semestral	Annual
	Engranajes planetarios	Revisar la lubricación de los engranes			X	
Alimentación	Bomba de inyección	Cambio del sello de la bomba		X		
	Bomba de alimentación	Mantenimiento de la bomba de alimentación		X		
	Filtro de combustible	Cambio de filtro de combustible		X		
Refrigeración	Radiador	Limpieza del radiador	X			
	Termostato	Revisión de temperatura de funcionamiento	X			
	Válvula de Purga	Limpieza de la válvula	X			
	Bomba de agua	Cambio de empaques de bomba		X		
Distribución	Balancín	Calibración del balancín				X
	Varilla Empujadora	Limpieza y revisión de varilla empujadora				X
Lubricación	Bomba de aceite	Cambio de sello de la bomba		X		
Admisión	Turbocompresor	Revisión de carrete del turbo	X			
	Múltiple de admisión	Revisión de agrietamiento u holgura			X	
	Válvula de alivio	Inspección de la válvula de alivio		X		
Mecánico	Block de motor	Inspección y limpieza del block de motor				X
	Cigüeñal	Mantenimiento de cigüeñal				X
	Culata	Revisión y limpieza de la culata				X
	Volante de inercia	Revisión y limpieza de volante de inercia				X
	Pistones	Comprobar estado temperatura funcionamiento				X

Fuente: Autor

Tabla 3.7 Diseño de bitácora para retroexcavadoras

Sistema	Componente	Actividad	Mensual	Trimestral	Semestral	Annual
Transmisión	Mando Final	Lubricación de dientes de mando final			x	
	Bocines	Inspección de bocines		x		
	Pines	Mantenimiento de pines		x		
Hidráulico	Gatos Hidráulicos	Lubricación de gatos Hidráulicos		x		
	Cilindro de rotación	Revisión de deformaciones de vástago			x	
	Cilindro estabilizador	Revisión de deformaciones de vástago			x	
	Cilindro del cucharón	Revisión de deformaciones de vástago			x	
Eléctrico	Cilindro de la pluma	Revisión de deformaciones de vástago			x	
	Alternador	Tensión o cambio de correa del alternador		x		
	Relé	Revisión de funcionamiento del relé	x			
	Panel de fusibles	Revisión de conexiones de panel de fusibles	x			
Freno	Motor de arranque	Mantenimiento de motor de arranque	x			
	Bomba de freno	Mantenimiento de la bomba		x		
	Discos	Lubricación de disco de freno			x	
Dirección	Freno de servicio	Revisar la lubricación de los engranes			x	
	Cremalleras	Lubricación de dientes de la cremallera			x	
Alimentación	Crucetas	Cambio del sello de la bomba		x		
	Bomba de inyección	Mantenimiento de la bomba de alimentación		x		
	Bomba de alimentación	Cambio de filtro de combustible		x		
Refrigeración	Filtro de combustible	Limpieza del radiador	x			
	Radiador	Revisión de temperatura de funcionamiento	x			
	Termostato	Limpieza de la válvula	x			
	Válvula de purga	Cambio de empaques de bomba		x		
	Bomba de agua	Calibración del balancín				x

Sistema	Componente	Actividad	Mensual	Trimestral	Semestral	Annual
Distribución	Balancín	Limpieza y revisión de varilla empujadora				x
	Válvulas (distribución)	Inspección y lubricación del árbol de levas				x
Lubricación	Bomba de aceite	Cambio de sello de la bomba		x		
Admisión	Turbocompresor	Revisión de carrete del turbo		x		
	Múltiple de admisión	Revisión de agrietamiento u holgura			x	
	Válvula de alivio	Inspección de la válvula de alivio			x	
Mecánico	Block de motor	Inspección y limpieza del block de motor				x
	Cigüeñal	Mantenimiento de cigüeñal				x
	Culata	Revisión y limpieza de la culata				x
	Volante de inercia	Revisión y limpieza de volante de inercia				x
	Pistones	Comprobar estado temperatura funcionamiento				x

Fuente: Autor

Tabla 3.8 Diseño de bitácora para Minicargadora

Sistema	Componente	Actividad	Mensual	Trimestral	Semestral	Annual
Transmisión	Caja de transferencia	Lubricación de caja de transferencia			x	
	Caja de Velocidades	Lubricación de caja de velocidades			x	
	Bridas	Revisión de conexiones de las bridas		x		
Hidráulico	Bomba Hidráulica	Cambio de empaques		x		
	Válvula de control de presión	Revisar presión de funcionamiento de la válvula	x			
	Motor hidráulico	Revisión y mantenimiento de motor			x	
	Válvulas de control direccional	Mantenimiento de válvula		x		

Sistema	Componente	Actividad	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
Eléctrico	Batería	Revisión de estado de batería	x			
	Alternador	Revisión de carbones del alternador	x			
	Regulador de voltaje	Revisión de conexiones del alternador	x			
	Motor eléctrico de arranque	Mantenimiento de motor			x	
Freno	Bomba de freno	Mantenimiento de la bomba		x		
	Discos	Lubricación de disco		x		
	Engranajes planetarios	Revisar la lubricación de los engranes			x	
Alimentación	Bomba de inyección	Cambio del sello de la bomba		x		
	Bomba de alimentación	Mantenimiento de la bomba de alimentación		x		
	Filtro de combustible	Cambio de filtro de combustible		x		
Refrigeración	Radiador	Limpieza del radiador	x			
	Termostato	Revisión de temperatura de funcionamiento	x			
	Válvula de purga	Limpieza de la válvula		x		
	Bomba de agua	Cambio de empaques de bomba		x		
Distribución	Balancín	Calibración del balancín				x
	Válvulas (distribución)	Mantenimiento de las válvulas de admisión y escape				x
Lubricación	Filtros de aceite	Cambio de filtro de aceite		x		
	Bomba Hidráulica	Cambio de sello de la bomba		x		
Mecánico	Block de motor	Inspección y limpieza del block de motor				x
	Cigüeñal	Mantenimiento de cigüeñal				x
	Culata	Revisión y limpieza de la culata				x
	Volante de inercia	Revisión y limpieza de volante de inercia				x
	Pistón	Comprobar estado temperatura funcionamiento				x

Fuente: Autor

3.9 Fichas Normalizadas

Se generó fichas modelo para procedimientos del GADM Patate, con el objetivo de generar un ingreso de información organizada, y que servirán como base para el sistema de mantenimiento en PHP, y se detallan en el Anexo E.

3.10 Diseño de la base de datos

El sistema de mantenimiento debía cumplir las siguientes condiciones en base a las que fue realizada la base de datos:

- Compilar la información recolectado en el diseño del plan de mantenimiento
- Visualizar, editar y añadir actividades de mantenimiento a la bitácora
- Realizar informes de daños, ejecución de mantenimiento y de actividades operativas diarias
- Imprimir órdenes de ejecución de mantenimiento por rango de tiempo.
- Tener distintos niveles de acceso para usuarios.

En un inicio se pensó en una tabla principal, la cual fue **Activos** que contendría la información técnica detallada de cada máquina pesada, además aquí se alimentaría la información de otras tablas como informe de daños, bitácora de mantenimiento, y matriz AMFE.

Después de la normalización de la estructura de las tablas, que ayudó a evitar la redundancia e inconsistencia de datos, finalmente se obtuvo un total de 28. A continuación se muestran las tablas primarias.

Tabla: id_activo

Contiene la información de los datos de activos de maquinaria pesada, puede crear editar o eliminar los mismos, imprime las fichas técnicas de la maquinaria. Además muestra un listado de activos. Como lo describe la figura 3.29.

Estructura de tabla Vista de relaciones

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
1	id_activo	int(15)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
2	ficha	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
3	tipo_activo	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
4	equipo	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
5	serie_motor	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
6	marca	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
7	placa	varchar(10)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
8	registro	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
9	ano_fabricacion	varchar(30)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
10	modelo	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
11	chofer	varchar(100)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
12	serial_chasis	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
13	tipo_combustible	varchar(30)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
14	modelo_motor	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
15	area_asignada	varchar(100)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
16	color	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
17	cilindrada	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
18	potencia	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
19	peso_o_trabajo	varchar(100)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		

Figura 3.29 Base de datos: Activos

Fuente: Autor

Tabla informe_diario_actividades

Permite almacenar la información del informe diario de actividades de los operarios.

Permite realizar la búsqueda de informes por atributo. Como se muestra la figura 3.30

Estructura de tabla Vista de relaciones

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra	Acción
1	id_informe_d_a	int(15)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT	Cambiar Eliminar Más
2	nombre	varchar(100)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
3	fecha	varchar(10000)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
4	cargo	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
5	maquina	varchar(100)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
6	combustible	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
7	horometro	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
8	n_ficha	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
9	n_registro	int(50)			No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
10	trabajos_realizados	varchar(1000)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
11	novedades	varchar(1000)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
12	chofer	varchar(100)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
13	director_obras_publica	varchar(100)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más

Figura 3.30 Base de datos: Informe de actividades

Fuente: Autor

Tabla: revisión

Provee de la información necesaria para la impresión de la bitácora de mantenimiento preventivo, se desglosa en actividades que requieren día, mes año, tipo de mantenimiento, sistema al que pertenece. Mostrada en la figura 3.31.

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra	Acción
1	id_revision_general	int(15)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT	Cambiar Eliminar Más
2	color	int(1)			No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
3	dia	varchar(2)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
4	mes	varchar(30)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
5	ano	varchar(4)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
6	id_activo	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
7	actividad	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
8	sistema	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
9	fecha	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
10	estatus	varchar(30)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más

Figura 3.31 Base de datos: revisión

Fuente: Autor

Tabla: stock

En la figura 3.32 se observa la tabla que contiene información importante del stock de repuestos para el GADM Patate, posee atributos de nombre, modelo, marca, status, id de producto, unidad de producto, etc.



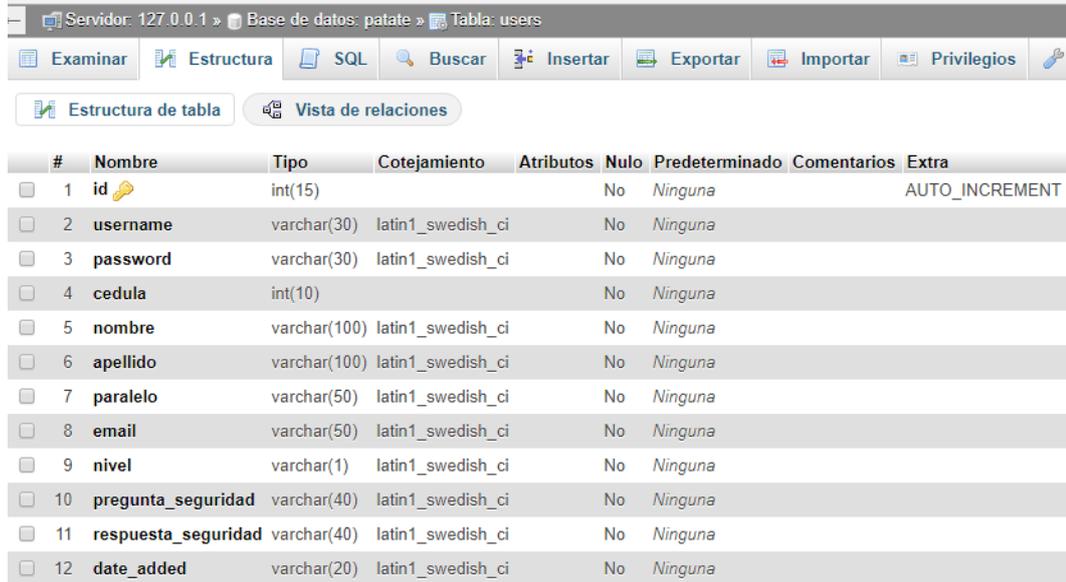
#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra	Acción
1	id_producto	int(11)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT	Cambiar Eliminar Más
2	codigo_producto	varchar(30)	utf8_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
3	nombre_producto	char(100)	utf8_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
4	modelo_producto	varchar(30)	utf8_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
5	id_departamento_producto	int(11)			No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
6	id_marca_producto	int(11)			No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
7	status_producto	tinyint(4)			No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
8	unidad_medida_producto	char(20)	utf8_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
9	peso_producto	char(20)	utf8_general_ci		No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
10	date_added	datetime			No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más
11	precio_producto	double			No	Ninguna			Cambiar Eliminar Más

Figura 3.32 Base de datos: Stock

Fuente: Autor

Tabla: users

La figura 3.33 muestra la tabla que permite guardar datos de los usuarios del sistema, tiene atributos de nick, contraseña, nombre, apellido, email, nivel de acceso.



#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
<input type="checkbox"/>	1 id	int(15)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
<input type="checkbox"/>	2 username	varchar(30)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	3 password	varchar(30)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	4 cedula	int(10)			No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	5 nombre	varchar(100)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	6 apellido	varchar(100)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	7 paralelo	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	8 email	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	9 nivel	varchar(1)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	10 pregunta_seguridad	varchar(40)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	11 respuesta_seguridad	varchar(40)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	12 date_added	varchar(20)	latin1_swedish_ci		No	Ninguna		

Figura 3.33 Base de datos: users

Fuente: Autor

Diagrama Entidad Relación

El diagrama entidad relación es una herramienta que organiza y representa las entidades, relaciones y atributos, mostrándolo gráficamente. Como se puede observar entidad Activo tiene una relación directa con la mayor parte de entidades, ya que desde esta entidad se maneja la mayor parte de funciones del sistema. El mencionado diagrama se observa en la figura 3.34

Diccionario de Datos

El diccionario de datos tiene como objetivo definir los datos que se manejan en un sistema, para evitar ambigüedades. Contiene información como el tipo de variable, su enlace a otras variables, longitud de variable, etc. Como lo describe la figura 3.35

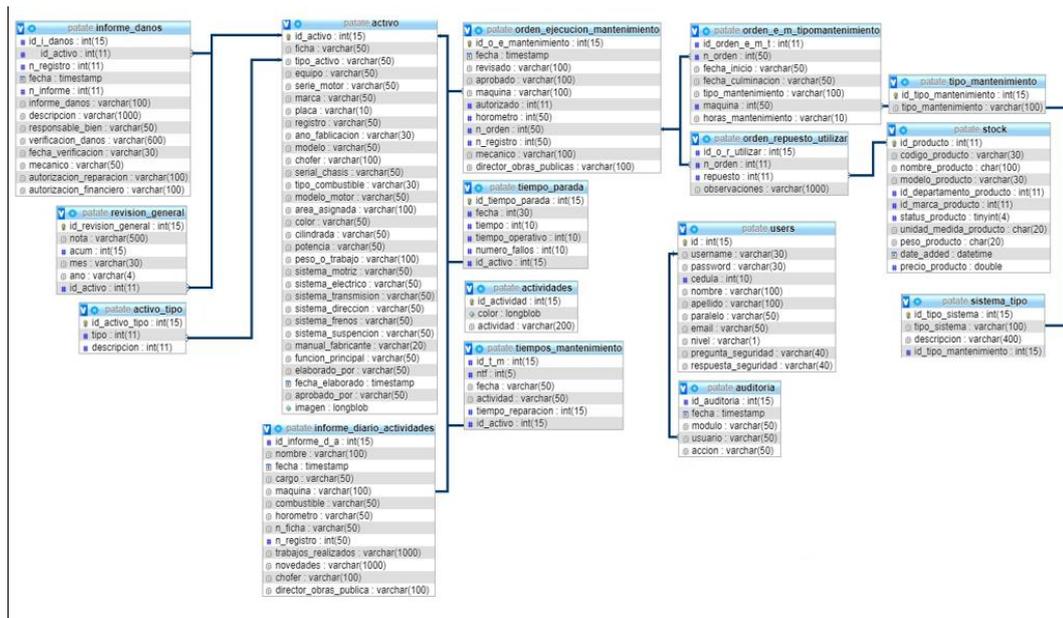


Figura 3.34 Diagrama Entidad Relación

Fuente: Autor

Índices

Nombre de la clave	Tipo	Único	Empaquetado	Columna	Cardinalidad	Cotejamiento	Nulo	Comentario
PRIMARY	BTREE	Si	No	id_orden_e_m_t	6	A	No	

orden_ejecucion_mantenimiento

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Enlaces a	Comentarios	MIME
id_o_e_mantenimiento (Primaria)	int(15)	No				
fecha	varchar(100)	No				
revisado	varchar(100)	No				
aprobado	varchar(100)	No				
maquina	varchar(100)	No				
autorizado	varchar(11)	No				
horometro	varchar(50)	No				
n_orden	varchar(50)	No				
n_registro	varchar(50)	No				
mecanico	varchar(100)	No				
director_obras_publicas	varchar(100)	No				
codigo_orden	varchar(50)	No				
observaciones	varchar(10000)	No				

Figura 3.35 Diccionario de datos orden de ejecución de mantenimiento

Fuente: Autor

3.11 Especificación de requerimientos del sistema

- 256 MB de RAM
- 300 MB de memoria libre en disco duro
- Procesador Inter Pentium 4 o superior.

3.12 Instalación del entorno web

Para el desarrollo del sistema de mantenimiento se utilizará un paquete de instalación de plataforma de software libre XAMPP 5.6.31, la que contiene el servidor web

Apache 2.4.26, PHP 5.6.31, phpMyAdmin 4.7.0, XAMPP Control Panel 3.2.2, entre otros. Para obtener el instalador se puede acceder al sitio oficial: <https://www.apachefriends.org/es/index.html>

La instalación se realizará por medio de la descarga del instalador de la página web anteriormente mencionada, tomando en cuenta el sistema operativo se tenga. Una vez descargada ejecutamos el archivo, mostrándose la pantalla indicada en la figura 3.36:

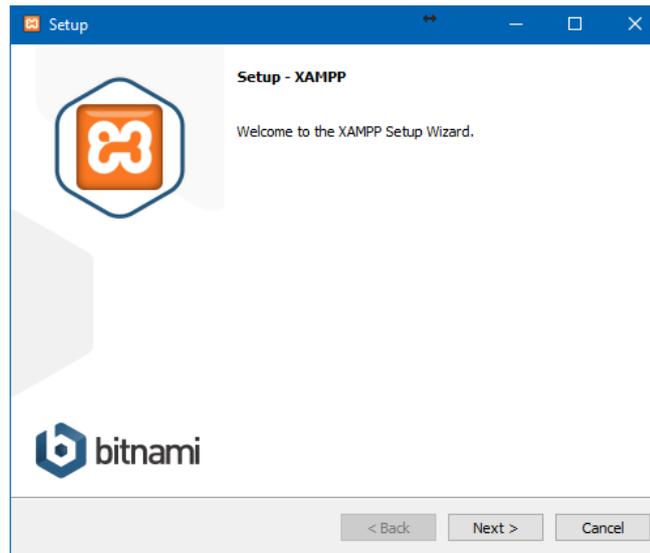


Figura 3.36 Comienzo de instalación

Fuente: Autor

Después se selecciona los componentes de instalación, se debe cuidar que este seleccionado MySQL, PHP, Apache, phpMyAdmin. La figura 3.30 muestra esta pantalla.

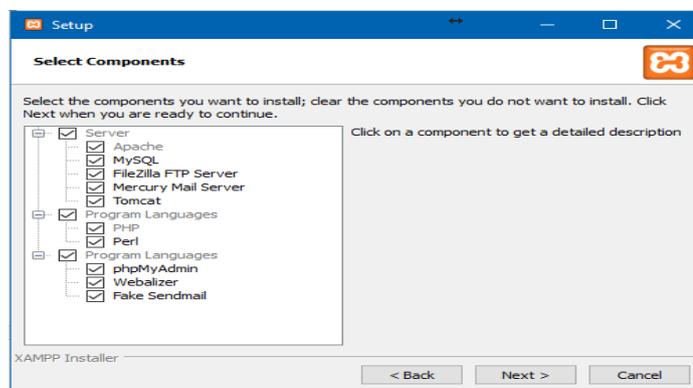


Figura 3.37 Componentes de instalación

Fuente: Autor

Posteriormente se selecciona el directorio, en este caso será en el disco local C.

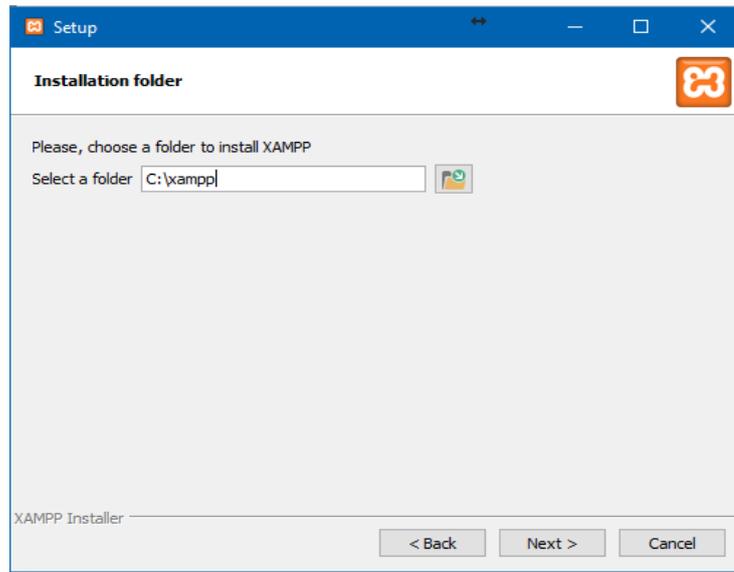


Figura 3.38 Selección de directorio

Fuente: Autor

Se da click en siguiente hasta que inicie el proceso de instalación, una vez finalizado aparecerá la siguiente pantalla, que dará la opción de ejecutar el panel de control XAMPP.

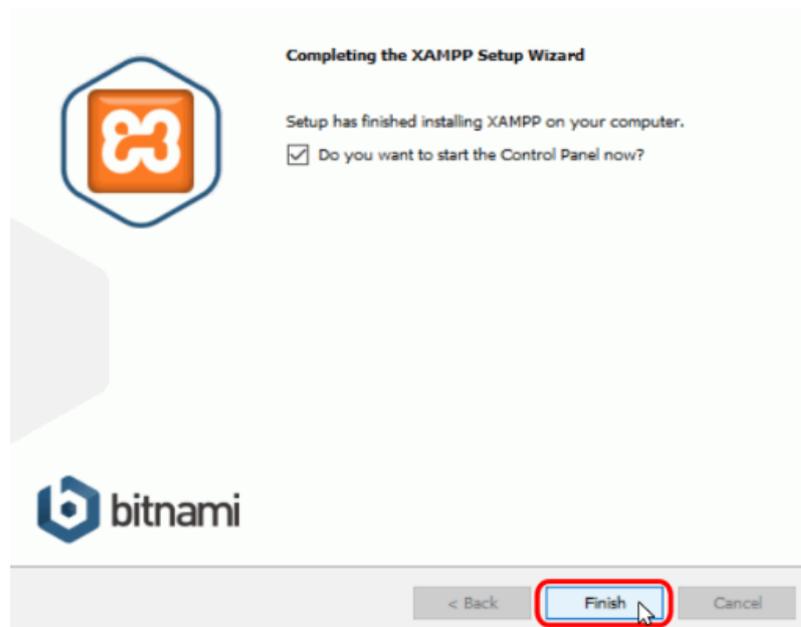


Figura 3.39 Selección de directorio

Fuente: Autor

Se ejecuta XAMPP y se activa Apache y MySQL

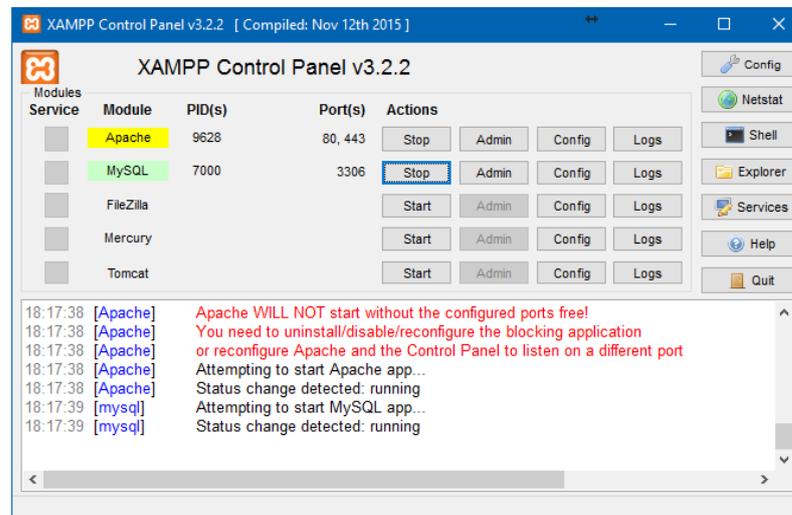


Figura 3.40 Ejecución de XAMPP

Fuente: Autor

- Instalación de framework Yii

Se descarga el framework de la página oficial: <http://www.yiiframework.com/>

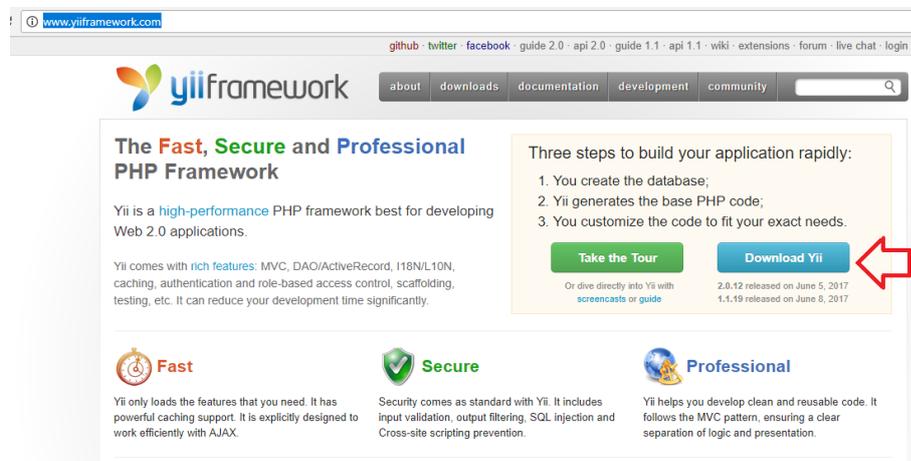


Figura 3.41 Descarga de framework Yii

Fuente: Autor

Una vez descargado, se descomprime el archivo zip, como se ve en la figura 3.34

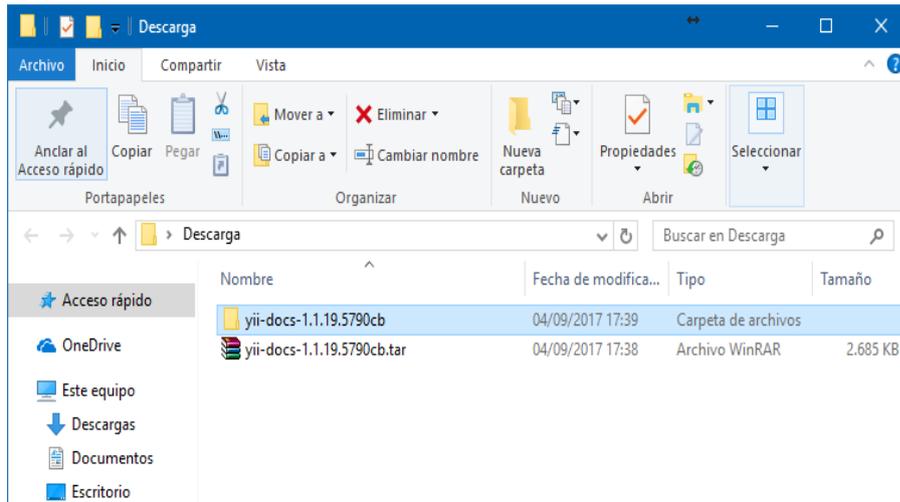


Figura 3.42 Carpeta Yii

Fuente: Autor

El siguiente paso es muy importante ya que da a Yii al directorio público de Apache. Se copia la carpeta en el directorio: C: XAMPP: HTDOCS

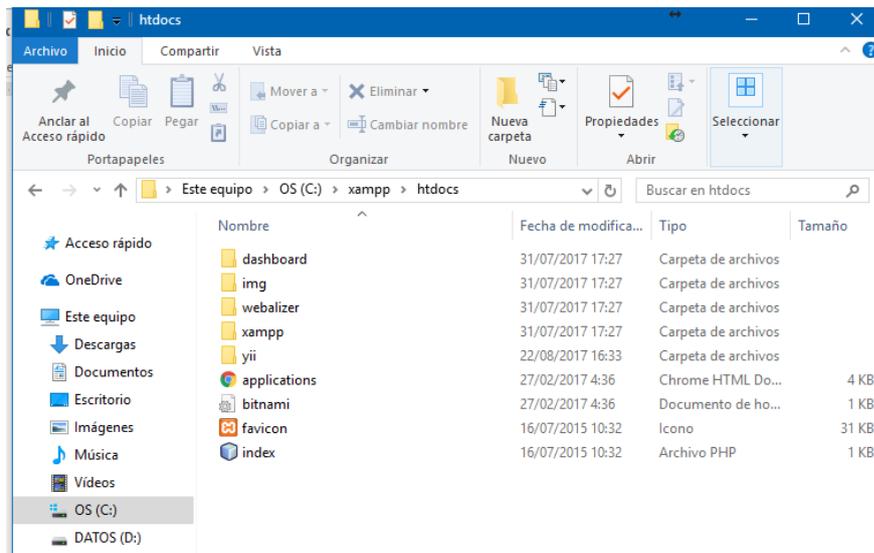
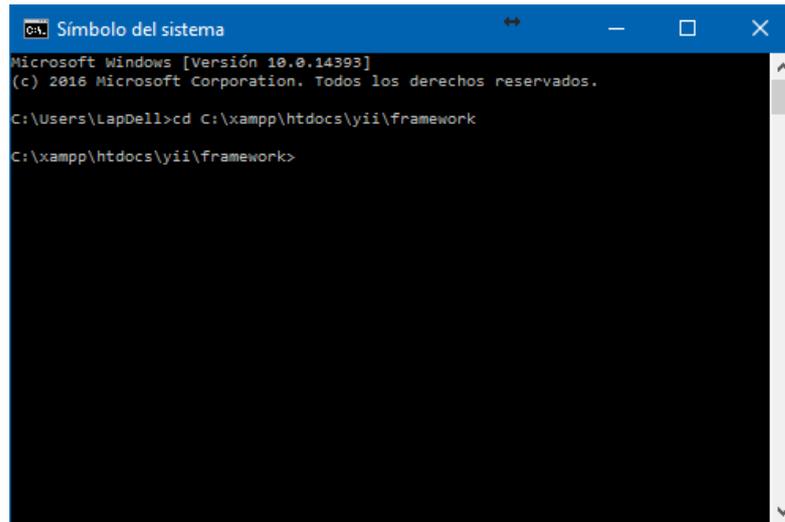


Figura 3.43 Directorio de Yii

Fuente: Autor

3.13 Creación de la aplicación web

En la línea de comandos del sistema operativo (CMD). Se ingresa al siguiente directorio C:\xampp\htdocs\yii\framework



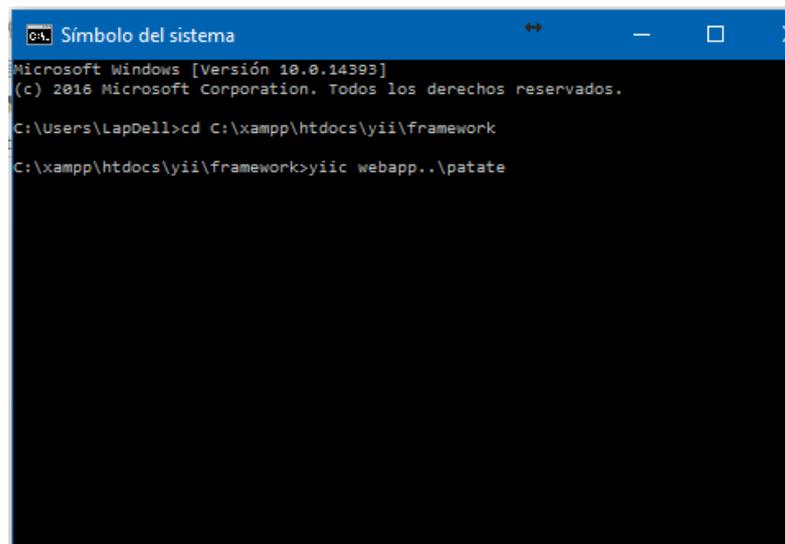
```
Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.14393]
(c) 2016 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\LapDell>cd C:\xampp\htdocs\yii\framework
C:\xampp\htdocs\yii\framework>
```

Figura 3.44 Ejecución directorio de Yii

Fuente: Autor

Se ejecutará el comando **yiic webapp ..\patate**. Este comando creará la aplicación web en el directorio seleccionado, el nombre de la aplicación será patate.



```
Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.14393]
(c) 2016 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\LapDell>cd C:\xampp\htdocs\yii\framework
C:\xampp\htdocs\yii\framework>yiic webapp..\patate
```

Figura 3.45 Creación de la aplicación web

Fuente: Autor

Se accede al navegador para comprobar la creación de la aplicación web a la dirección <http://localhost/yii/patate/> . Este será el URL de acceso al sistema.

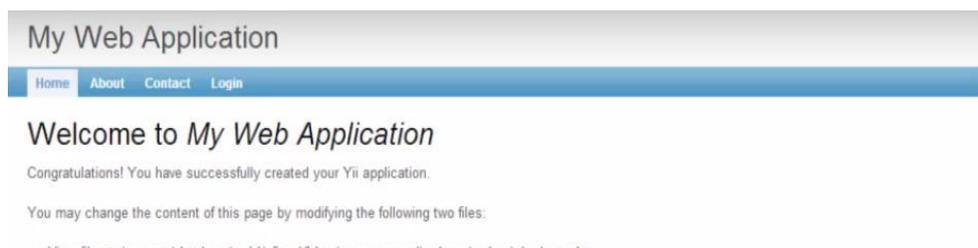


Figura 3.46 Creación de la aplicación web

Fuente: Autor

Como se observa en la figura 3.46 se ha creado un prototipo de proyecto a partir del cual se irá diseñando el sistema de mantenimiento. Este es el objetivo del framework ahorrar muchas líneas y tiempo de programación.

Automáticamente se creó la carpeta “patate” en el interior de “yii” como se observa en la figura 3.47, la cual contiene todos los archivos del sistema.

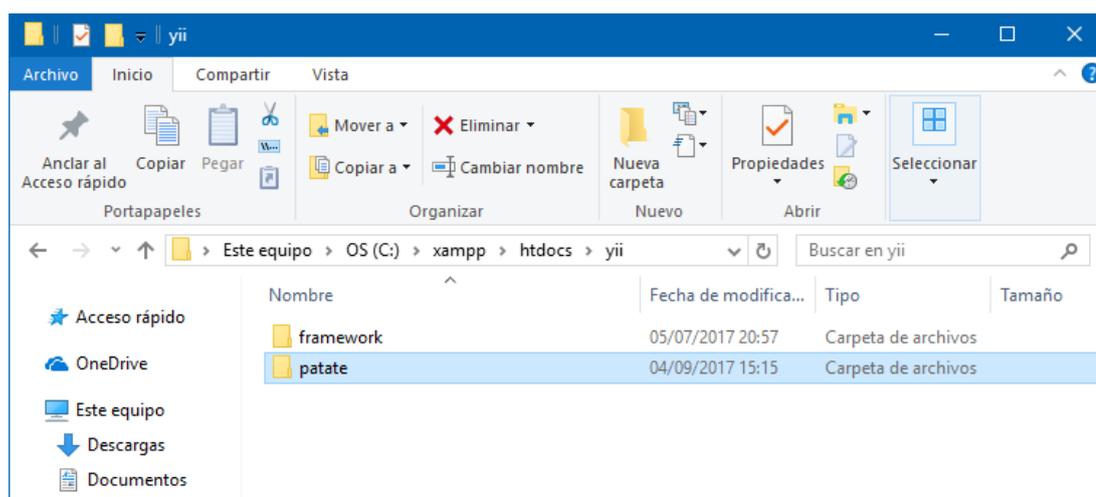


Figura 3.47 Ubicación archivos del sistema

Fuente: Autor

3.14 Archivos Principales y Programación

La raíz del programa se encuentra en la dirección:

`C:\xampp\htdocs\yii\patate\protected\config\main`

Este es el archivo principal del sistema, en caso de ser eliminado, dañado o cambiado en su programación el sistema quedará inejecutable, ya que a partir de este documento todas las funciones de pestañas, base de datos e interfaz del sistema.

Al acceder a main.php se observa la siguiente programación:

```
return array(  
  
    'basePath'=>dirname(__FILE__).DIRECTORY_SEPARATOR.'..',  
  
    'name'=>'Sistema de Gestión de Mantenimiento',  
  
    'theme'=>"a",  
  
    'language'=>'es',  
  
    'sourceLanguage' => 'en_us',  
  
    // preloading 'log' component  
  
    'preload'=>array('log'),  
  
    // autoloading model and component classes  
  
    'import'=>array(  
  
        'application.models.*',  
  
        'application.components.*',  
  
    ),  
  
);
```

El comando 'name'=>'Sistema de Gestión de Mantenimiento' da el nombre al sistema.

El comando 'theme'=>"a" da acceso a la carpeta del interfaz del sistema, en la cual se maneja los colores, tipo de fuente y botoneras.

- Creación de un “CRUD”

La siguiente programación del archivo main, da acceso a la herramienta “Generador de código” del framework yii, la que permite crear un “CRUD” de la aplicación web. “CRUD” es un acrónimo de Crear, Leer, Actualizar y borrar (Create, Read, Update, Drop), y es un generador de código. El sistema está mayormente basado en varios “CRUD”, por lo que se explicará a fondo su función. A continuación se detalla la programación que activa el acceso a la herramienta “Generador de Código”.

```
'modules'=>array(  
  
);
```

```

// uncomment the following to enable the Gii tool

'gii'=>array(

'class'=>'system.gii.GiiModule',

'password'=>'123456',

// If removed, Gii defaults to localhost only. Edit
carefully to taste.

'ipFilters'=>array('127.0.0.1','::1'),

),

),

```

Se encuentra en el array modules, que contiene todos los módulos de la aplicación. En el caso del sistema se puede acceder por la siguiente dirección:

<http://localhost/yii/patate/index.php?r=gii/default/login>

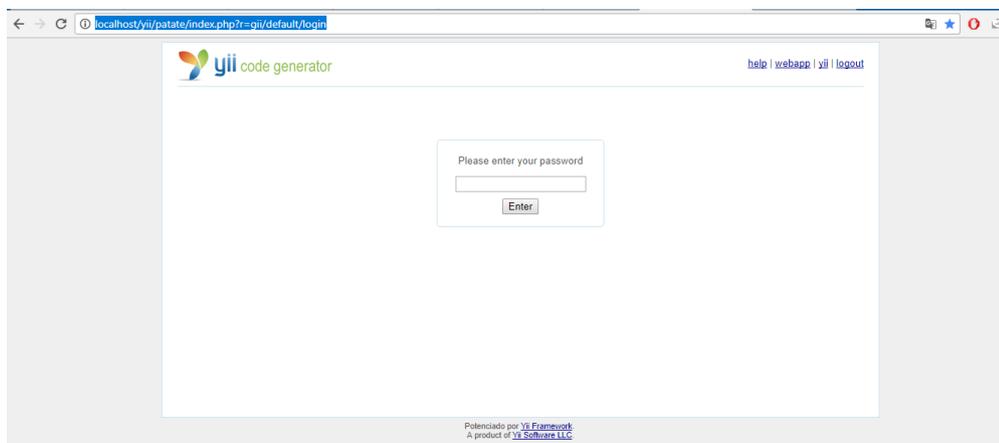


Figura 3.48 Acceso a Generador de código

Fuente: Autor

La contraseña colocada se encuentra en la programación y es: 123456. Se mostrará el siguiente menú

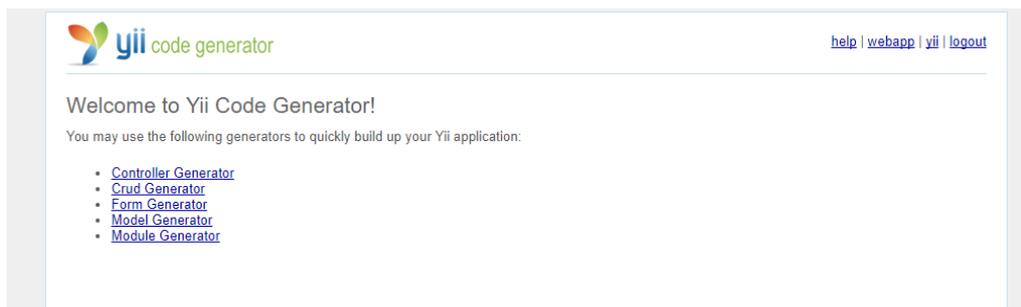


Figura 3.49 Menú generador de Código

Fuente: Autor

Primero se debe crear el modelo, por lo tanto dando click en “Model Generator”. Cuando ingrese se despliega la siguiente pantalla.

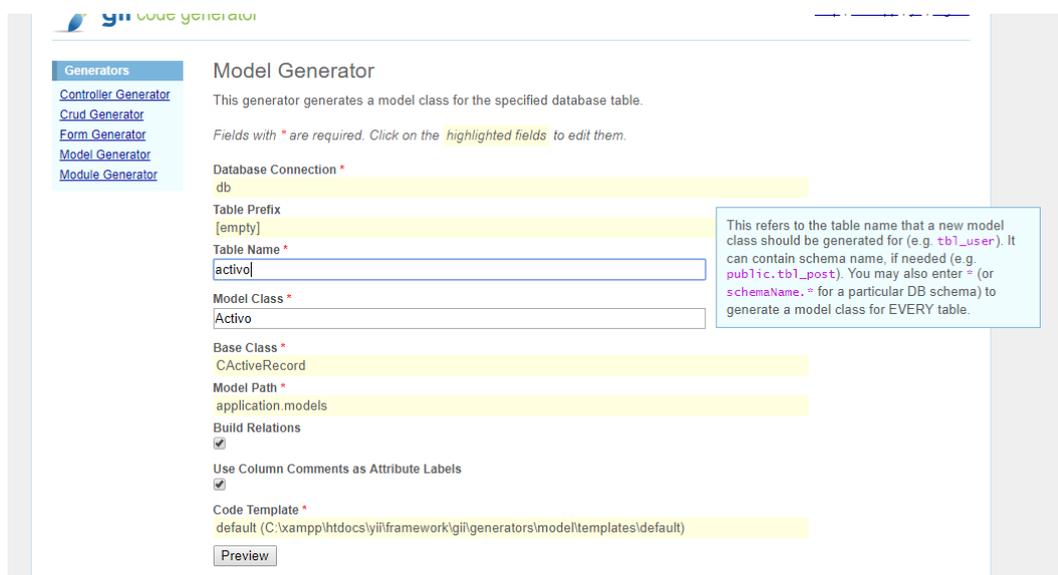


Figura 3.50 Generador de Modelo

Fuente: Autor

Solicitándonos el nombre de la tabla que se va a crear así como su clase, en este proyecto se colocó Activo en nombre de tabla y en clase.

La Opción “Model Path” nos muestra la ubicación en la que se creará el modelo, en este caso el directorio es application – models.

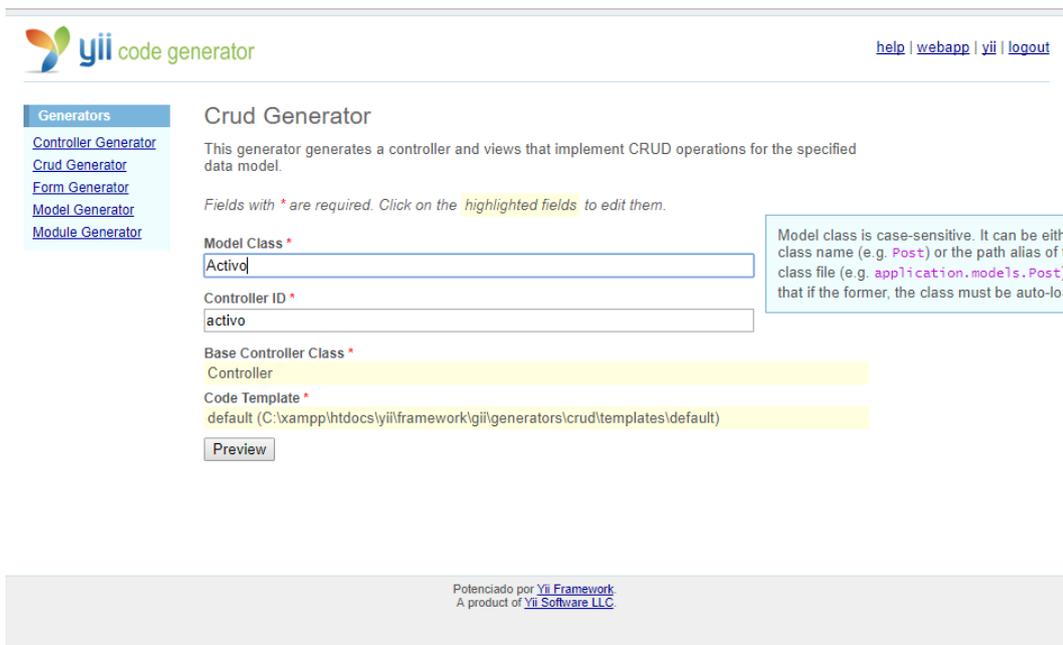


Figura 3.51 Generador de CRUD

Fuente: Autor

Una vez creado el model, en la pestaña “Crud Generator”, se coloca el “Model Class”, por defecto aconseja un nombre para el “Controller ID”, se da click en preview y generate. Se accedió al sistema de mantenimiento y se creó la pestaña activos, que es donde se almacenó la maquinaria pesada del GADM Patate, automáticamente se tiene la interfaz que se muestra en la figura 3.52, con la opción de crear, eliminar, visualizar y editar activos.



Figura 3.52 Pestaña Activos

Fuente: Autor

Caracteres especiales

El PHP, es un lenguaje de programación desarrollado en inglés por lo que no existen caracteres como Ñ, tildes o diéresis. Para solucionarlos se utilizó el código “utf8_decode”, que permite reconocer los mencionados caracteres

Ejemplo:

En la impresión de PDFs para órdenes de ejecución de mantenimiento

Se imprimía: MecÁ±nico, se solucionó como se muestra a continuación:

```
$pdf->Cell(90,10, utf8_decode('                '.$director_obras_publicas),0,1,'c',0);  
$pdf->Cell(90,6, utf8_decode('                '.$Mecánico'),0,0,'c',0);  
$pdf->Cell(90,6, utf8_decode('                '.$Director de Obras Públicas'),0,1,'c',0);
```

Sistema de alertas

El sistema de la alerta para las actividades realizadas, se hizo mediante la lógica de colocar cambiar el estatus de la actividad en la tabla de revisiones, asignando 0 en caso de no ser ejecutada y 1 en caso contrario, y lo describe el código siguiente:

```
<?php  
if (isset($_REQUEST['id'])){  
    $id_actualizar=$_REQUEST['id'];  
    include 'conexion3.php';  
    mysqli_query($conexion, "update revision  
        set estatus='1'  
        where id_revision_general='$id_actualizar'" ) or  
    die("Problemas en el select:".mysqli_error($conexion));  
    echo "realizado con exito";  
}
```

Cálculo de indicadores de mantenimiento

En base a los fallos y su requerimiento de tiempo, el sistema calcula automáticamente variables de tiempo de paro, tiempo operativo y número de fallos para obtener finalmente indicadores como TMR, TMEF y disponibilidad.

Para evitar la división para cero en el caso de no tener fallos en un mes, se sumó al TMR una constante depreciable de 0.01, produciendo un error ínfimo en el cálculo. A continuación se describe la programación para el mes de enero.

```
while ($reg=mysqli_fetch_array($registros))
{
    $t_p_enero=$reg['enero'];
    $t_o_enero=160-$t_p_enero;
}
$t_m_e_f_enero=$t_o_enero/$n_f_enero;
$t_m_r_enero=($t_p_enero/$n_f_enero)+0.01;
$t_f_enero=1/$t_m_e_f_enero;
$t_f_enero=round(($t_f_enero), 4);
$f_enero=(1/($t_m_r_enero));
$d_enero=((($t_m_e_f_enero)/((($t_m_e_f_enero+$t_m_r_enero))))*100;
mysqli_close($conexion);
```

Gráfica de curva de la bañera

Se utilizó la función “gráfica.highcharts” para la curva de la bañera, a continuación se dio los valores del eje X que es el tiempo en meses y en el eje Y se toma el valor de la tasa de fallos, además se usa una “Spline” para que se ajuste de mejor manera la tendencia respecto a los datos. Como lo describe de mejor manera una parte del código:

```
$(function(){
    $('#grafica').highcharts({
```

```

        title:{text:'Activos'},

xAxis:{categories:['Enero','Febrero','Marzo','Abril','Mayo','Junio','Julio','Agosto','Sept
iembre','Octubre','Noviembre','Diciembre']},

        yAxis:{title:'Porcentaje
%',plotLines:[{value:0,width:14,color:'#808080'}]},

        tooltip:{valueSuffix:'%'},

legend:{layout:'vertical',align:'right',verticalAlign:'middle',borderWidth:0},

series:[

    //{type: 'column',name: 'Java',data: [25,23, 21]},

    //{name: 'C',data: [20,18, 19]},

    //{type: 'column',name: 'C++',data: [15, 17,11]},

    {type: 'spline',name: 'C#',data: [<?php echo $enero;?>,

        <?php echo $febrero;?>,

        <?php echo $marzo;?>,

        <?php echo $abril;?>,

        <?php echo $mayo;?>,

        <?php echo $junio;?>,

        <?php echo $julio;?>,

        <?php echo $agosto;?>,

        <?php echo $septiembre;?>,

        <?php echo $octubre;?>,

        <?php echo $noviembre;?>,

        <?php echo $diciembre;?>,

    ]},

```

3.15 Interfaz del sistema finalizado.

Como resultado de la programación el sistema de mantenimiento preventivo se visualiza como se muestra en la figura 3.52; el ingreso y el uso del mismo se pueden observar en el Anexo F

Nombre del Producto	Maquina	Cantidad
Filtro de Aire	Motoniveladora	3
Bomba de aceite	Motoniveladora	1
Bomba de combustible	Motoniveladora	2

Actividades que no se Realizaron

Actividad no Realizada: Revisión y mantenimiento de la bomba de dirección
Equipo: Motoniveladora
[Actividad Realizada](#)

Actividad no Realizada: Revisión y mantenimiento de disco de embrague
Equipo: Motoniveladora
[Actividad Realizada](#)

[Anteriores](#) [Siguientes](#)

Figura 3.53 Sistema Finalizado

Fuente: Autor

3.16 Certificación de entrega y capacitación

El día 02 de octubre del 2017 se realizó una reunión de socialización y explicación del sistema realizado en presencia de las principales autoridades del GADM de Patate. En los días siguientes se capacita al personal de mantenimiento, guarda almacén, sistemas y obras públicas para su implementación progresiva, obteniendo la certificación que se describe en la figura 3.52.

CERTIFICACIÓN

Yo, José Efraín Aimara Rojana con CI. 1802336840, en mi calidad de Alcalde del GAD Municipal San Cristóbal de Patate, certifico que el Sr. Cristhian Eduardo Oñate Flores con CI. 1804618344, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, realizó y culminó su proyecto de titulación bajo el tema "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en PHP para la maquinaria pesada del GADM Patate", realizando además la respectiva socialización y capacitación siendo esta satisfactoria.

Para constancia de lo anterior se firma en Patate a los 10 días del mes de octubre del dos mil diecisiete (2017).

Cordialmente



José Efraín Aimara

Tglo. Efraín Aimara

ALCALDE

GAD MUNICIPAL SAN CRISTÓBAL DE PATATE

Dirección: Av. Ambato y Juan Montalvo
Telf.: (03) 2870523 / (03) 2870214 / (03) 2870500
municipio-patate@andinanet.net
www.patate.gov.ec

Figura 3.52 Certificación GADM Patate

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Mediante la recopilación del histórico de fallos y el análisis de fallos se concluye que la maquinaria pesada que tiene menor disponibilidad es la del Tractor TD 15 con 83.44% de disponibilidad, principalmente debido a que esta es una de las más antiguas del GADM de Patate y a la ausencia de repuestos en stock.
- El análisis AMFE desglosa los componentes específicamente de cada grupo de maquinarias, lo que le permite al jefe de taller mecánico detectar con mayor facilidad los modos de fallos y fallos de los elementos y de esta forma disminuir el tiempo de paro y reparación, como es el caso del cilindro simple efecto del sistema hidráulico de los tractores que tiene un número de prioridad de riesgo de 140.
- La gestión de la base de datos en MySQL, le permite al GADM de Patate, tener toda la información de su maquinaria pesada unificada y organizada, ya que contará con registros de fallos, tiempos de mantenimiento y reparación, órdenes de ejecución de mantenimiento, indicadores de disponibilidad, tasa de fallos y tiempo medio de reparación, que le permitirá al director de obras públicas tener una herramienta útil y confiable al momento de tomar decisiones.
- El plan de mantenimiento preventivo programado en PHP ayudará al GADM Patate a programar con antelación las actividades mantenimiento, ya que el usuario tiene la facultad de imprimir las actividades por día, semana o mes, dependiendo su necesidad, además cuenta con un sistema de alertas de trabajos de reparación no realizados y para los elementos del stock que están por terminarse, con el objetivo mejorar la disponibilidad de su maquinaria y reducir gastos innecesarios.
- El GADM Patate posee ahora fácil acceso a la información de su maquinaria pesada, ya que cualquier funcionario autorizado con un usuario puede ingresar desde una computadora, smartphone o tablet que tenga internet.

4.2 Recomendaciones

- Revisar los requisitos mínimos de hardware y software para la instalación del sistema, para su correcto funcionamiento.
- Implementar un programa de capacitación a futuros usuarios del sistema y así evitar errores en los mantenimientos, desconfiguraciones o pérdida de información importante de la maquinaria pesada.
- Acudir al manual de usuario en caso de dudas con el software
- Se recomienda ampliar la base datos a la totalidad del patio automotriz del GADM de Patate.
- Utilizar el servidor local del GADM Patate para integrar el sistema a los distintos departamentos involucrados.
- Al momento de imprimir la bitácora de mantenimiento, la velocidad de procesamiento dependerá de la memoria RAM disponible de computador, por lo que se recomienda cerrar los programas en segundo plano.
- El uso de los archivos del sistema deben ser únicamente manipulados o modificados por el ingeniero en sistemas del GADM Patate, sobretodo poner atención a la carpeta “protected”, ya que son archivos raíz del programa y su mal uso puede causar errores o daños irreversibles.

Bibliografía

- [1] B. Kader y D. Nihal, “Ecological and joint optimization of preventive maintenance and spare parts inventories for an optimal production plan”, *Science Direct*, vol. 48, pp. 2139 – 2144, 2015.
- [2] T. Amaneditis y A. Chatzigeorgiou, “Studying the evolution of PHP web applications”, *Science Direct*, vol. 48, pp. 48 – 67, 2016.
- [3] J. Gao, D. Li, Y. Tong y S. Wan, “Process and knowledge management in collaborative maintenance planning system for high value machine tools”, *Science Direct*, vol. 84, pp. 14-24, 2017.
- [4] L. Miranda, “Sistemas para la gestión del servicio de mantenimiento en el área biomédica hospitalaria”, México DF: Universidad Nacional Autónoma de México”, Tesis 2014.
- [5] E. Cornú, E. Escobedo, F. Guerrero y D. Morales,” Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para la empresa Moraly”, México DF: Instituto Politécnico Nacional, Tesis 2010.
- [6] J. Intriago, “Elaboración e implementación de un plan de mantenimiento de los equipos informáticos y periféricos del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Esmeraldas para el periodo 2015-2019”, Esmeraldas: Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Tesis, 2016.
- [7] E. Aillón, "Elaboración e Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM de Pelileo", Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Tesis 2016.
- [8] M. Vasco, “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Píllaro aplicando un software libre”, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Tesis 2016.
- [9] E. Maroto, “Elaboración e Implementación de un plan de mantenimiento para la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM de Pelileo”, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Tesis 2016.

- [10] G. Coello y J. Gallegos, “Desarrollo de un software para la gestión de mantenimiento de la maquinaria pesada para la prefectura del Azuay”, Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Tesis 2015.
- [11] C. Lucho, “Diseño e implementación de un sistema de calendarios online con sincronización móvil”, Pontificia Universidad Católica del Perú, Tesis 2012.
- [12] J. Riera, “Diseño e Implementación de un sistema de mantenimiento industrial asistido por computador para la empresa Cubiertas del Ecuador KUBIEC S.A. en la planta Esthela”, Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas, Tesis 2012.
- [13] G. García, “Diseño e implementación de una interfaz de monitoreo para el mantenimiento preventivo de los vehículos del sistema público EPMMOP – Q”, Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas - Artículo Técnico 2014.
- [14] A. Chávez y J. Guerrero, “Elaboración de un plan de mantenimiento para el equipo caminero del municipio del cantón de Pujilí”, Escuela Politécnica Nacional, Tesis 2012.
- [15] D. Albuja y G. Castillo, “Sistema de gestión de control de bienes y servicios basadas en PHP y MySQL”, Guayaquil: Escuela Politécnica del Litoral - Artículo Técnico 2013.
- [16] E. Guamán, “Desarrollo de un sistema informático para el control de uso y el mantenimiento de vehículos de una institución pública”, Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas, Tesis 2014.
- [17] V. Orozco, “Plan y programa integral de mantenimiento asistido por ordenador centrado en el mantenimiento preventivo a nivel 4to escalón de la línea de producción de papas /PC 14 de la empresa Frito Lay del grupo PEPSICO Alimentos”, Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas, Tesis 2016.
- [18] C. Marcillo, “Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) mediante software para los equipos de la línea de producción de láminas impermeabilizantes con armadura de la empresa IMPTEK en la planta el INGA”, Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas, Tesis 2016.

- [19] S. García, Organización y gestión integral del mantenimiento, Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2003.
- [20] L. Mora, Mantenimiento, planeación, ejecución y control, México: Alfaomega, 2009.
- [21] J. Díaz, Técnicas de mantenimiento industrial, Málaga: Calpe Institute of Technology, 2010.
- [22] M. Bestratén, C. Mata y R. Orriols, Análisis modal de fallos y efectos. AMFE, Madrid: NTP 679, 2004.
- [23] J. Adell, I. Bernabé, “Software Libre en Educación”, Castellón: Universidad Jaume I, 2007.
- [24] F. Minera, Desarrollo PHP + MYSQL, Buenos Aires: Fox Andina, 2007.
- [25] F. Minera, PHP + MySQL desde cero, Buenos Aires: Fos Andina, 2014.
- [26] I. Gilfman, La Biblia de MYSQL, Madrid: ANAYA, 2003.
- [27] L. Miranda, “Sistema para gestión del servicio de mantenimiento en el área hospitalaria,” 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx>.

ANEXOS

ANEXO A

FICHAS TÉCNICAS DE

MAQUINARIA

Tabla A1: Ficha técnica para Motoniveladora Mitsubishi

	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA			
Ficha de:	Maquinaria	Tipo:	Pesada
			
Equipo:	Motoniveladora	Serie del Motor:	A18458
Marca:	Mitsubishi	Placa:	NA
Registro:	1.001	Año de Fabricación:	2008
Modelo	MG 430 e	Chofer:	Héctor Moscoso
Serie chasis	4GA00877	Tipo de combustible:	Diesel
Modelo Motor:	6D24-E1	Área Asignada:	Patio Automotriz
Color	Amarillo	Cilindrada	11,9 L
Potencia	115,6 KW (155 HP)	Peso en orden de trabajo máximo	16400 Kg (36156 lb)
SISTEMAS			
Sistema Motriz		Sistema Eléctrico	
Sistema de Transmisión		Sistema de Dirección	
Sistema de Frenos		Sistema de Suspensión	
Manual de Fabricante:		si	
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Nivelar Terrenos Irregulares			
Elaborado por: Cristhian Oñate	Fecha : 07/03/2017	Aprobado: Héctor Naranjo	Fecha : 29/05/2017

Fuente: Autor

Tabla A2: Ficha técnica de maquinaria de Motoniveladora Galión 500

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA					
CARRERA INGENIERIA MECANICA					
Ficha de:		Maquinaria	Tipo:	Pesada	
					
Equipo:	Motoniveladora	Serie del Motor:	NA		
Marca:	Galión	Placa:	NA		
Registro:	1.002	Año de Fabricación:	1983		
Modelo	500t	Chofer:	Fernando Quispe		
Serie chasis	NA	Tipo de combustible:	Diesel		
Modelo Motor:	GMC	Área Asignada:	Patio Automotriz		
Color	Amarillo	Cilindrada	10,1 Lt		
Potencia	110 kW (147 Hp)	Peso en orden de trabajo máximo	158000 Kg (24880 Lb)		
SISTEMAS					
Sistema Motriz			Sistema Eléctrico		
Sistema de Transmisión			Sistema de Dirección		
Sistema de Frenos			Sistema de Suspensión		
Manual de Fabricante:			no		
FUNCIÓN PRINCIPAL					
Nivelar Terrenos Irregulares					
Elaborado por: Cristhian Oñate		Fecha : 07/03/2017	Aprobado: Héctor Naranjo		Fecha : 29/05/2017

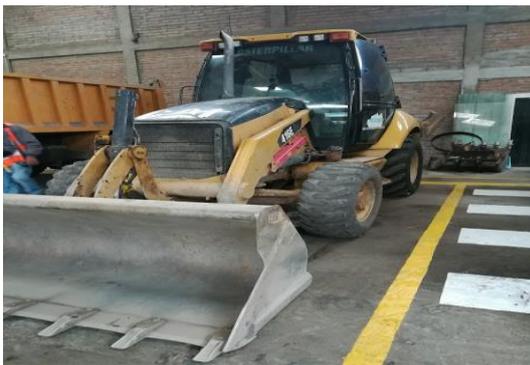
Fuente: Autor

Tabla A3: Ficha técnica de maquinaria de Retroexcavadora 210 L

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA					
Ficha de:		Maquinaria	Tipo:	Pesada	
					
Equipo:	Retroexcavadora	Serie del Motor:	26439370		
Marca:	Hyundai	Placa:	NA		
Registro:	3.001	Año de Fabricación:	2009		
Modelo	R210 LC-7	Chofer:	Jorge Asqui		
Serie chasis	N60719205	Tipo de combustible:	Diesel		
Modelo Motor:	B5.9-C	Área Asignada:	Patio Automotriz		
Color	Amarillo	Cilindrada	5,88 L		
Potencia	116 KW (155 HP)	Peso en orden de trabajo máximo	21700 Kg (47840 Lb)		
SISTEMAS					
Sistema Motriz			Sistema Eléctrico		
Sistema de Transmisión			Sistema de Dirección		
Sistema de Frenos			Sistema de Suspensión		
Manual de Fabricante:			si		
FUNCIÓN PRINCIPAL					
Realiza excavaciones en terrenos					
Elaborado por: Cristhian Oñate	Fecha : 07/03/2017	Aprobado: Héctor Naranjo	Fecha : 29/05/2017		

Fuente: Autor

Tabla A4: Ficha técnica de maquinaria de Retroexcavadora 416e

	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA			
Ficha de:	Maquinaria	Tipo:	Pesada
			
Equipo:	Retroexcavadora	Serie del Motor:	G4D31062
Marca:	Caterpillar	Placa:	
Registro:	3.003	Año de Fabricación:	2010
Modelo	416E	Chofer:	Jorge Aske
Serie chasis	CAT046ELSHA07106	Tipo de combustible:	Diesel
Modelo Motor:	Cat 3054C DINA	Área Asignada:	Patio Automotriz
Color	Amarillo	Cilindrada	4,4 L
Potencia	58 KW (78Hp)	Peso en orden de trabajo máximo	10200 Kg (22416 Lb)
SISTEMAS			
Sistema Motriz		Sistema Eléctrico	
Sistema de Transmisión		Sistema de Dirección	
Sistema de Frenos		Sistema de Suspensión	
Manual de Fabricante:		Si	
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Realiza excavaciones en terrenos			
Elaborado por: Cristhian Oñate	Fecha : 07/03/2017	Aprobado: Héctor Naranjo	Fecha : 29/05/2017

Fuente: Autor

Tabla A5: Ficha técnica de maquinaria de Minicargadora CASE

	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA			
Ficha de:	Maquinaria	Tipo:	Pesada
			
Equipo:	Minicargadora	Serie del Motor:	486845
Marca:	CASE	Placa:	NA
Registro:	4.001	Año de Fabricación:	2008
Modelo	621e	Chofer:	Julio Barrera
Serie chasis	N8F203258	Tipo de combustible:	Diesel
Modelo Motor:	Family IV, 667A/EDB	Área Asignada:	Patio Automotriz
Color	Amarillo	Cilindrada	6,7 Lt
Potencia	116 KW (156 HP)	Peso en orden de trabajo máximo	12431 Kg (27406 lb)
SISTEMAS			
Sistema Motriz		Sistema Eléctrico	
Sistema de Transmisión		Sistema de Dirección	
Sistema de Frenos		Sistema de Suspensión	
Manual de Fabricante:		no	
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Se utiliza para cargar diferentes elementos			
Elaborado por: Cristhian Oñate	Fecha : 07/03/2017	Aprobado: Héctor Naranjo	Fecha: 29/05/2017

Fuente: Autor

Tabla A6: Ficha técnica de maquinaria de Minicargadora CASE

	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA			
Ficha de:	Maquinaria	Tipo:	Pesada
			
Equipo:	Minicargadora	Serie del Motor:	CJS64808
Marca:	Caterpillar	Placa:	NA
Registro:	4.002	Año de Fabricación:	2008
Modelo	CMT 243c	Chofer:	Guillermo Gómez
Serie chasis	CAT0246CJJAY01009	Tipo de combustible:	Diesel
Modelo Motor:	C3,4DIT	Área Asignada:	Patio automotriz
Color	Amarillo	Cilindrada	3,3L
Potencia	55Kw (74Hp)	Peso en orden de trabajo máximo	3393 Kg (7478 lb)
SISTEMAS			
Sistema Motriz		Sistema Eléctrico	
Sistema de Transmisión		Sistema de Dirección	
Sistema de Frenos		Sistema de Suspensión	
Manual de Fabricante:		no	
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Carga transporte y descarga de volúmenes reducidos de material			
Elaborado por: Cristhian Oñate	Fecha : 08/03/2017	Aprobado: Héctor Naranjo	Fecha : 30/05/2017

Fuente: Autor

Tabla A7: Ficha técnica de maquinaria de Cargadora CMT 921

	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA			
Ficha de:	Maquinaria	Tipo:	Pesada
			
Equipo:	Cargadora	Serie del Motor:	62K11709
Marca:	Caterpillar	Placa:	NA
Registro:	4.004	Año de Fabricación:	1990
Modelo	CMT 921	Chofer:	Nelson Terán
Serie chasis	7N1615	Tipo de combustible:	Diesel
Modelo Motor:	3304	Área Asignada:	Patio Automotriz
Color	Amarillo	Cilindrada	7 Lt
Potencia	59,7 KW (80 Hp)	Peso en orden de trabajo máximo	8440 Kg (18601 lb)
SISTEMAS			
Sistema Motriz		Sistema Eléctrico	
Sistema de Transmisión		Sistema de Dirección	
Sistema de Frenos		Sistema de Suspensión	
Manual de Fabricante:		no	
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Carga transporte y descarga de grandes volúmenes de material			
Elaborado por: Cristhian Oñate	Fecha : 07/03/2017	Aprobado: Héctor Naranjo	Fecha : 30/05/2017

Fuente: Autor

Tabla A8: Ficha técnica de maquinaria Tractor 850D

	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE		
GAD MUNICIPAL DE PATATE			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA			
Ficha de:	Maquinaria	Tipo:	Pesada
			
Equipo:	Tractor	Serie del Motor:	8001383
Marca:	Case	Placa:	NA
Registro:	5.001	Año de Fabricación:	1990
Modelo	850D	Chofer:	Nelson Terán
Serie chasis	44248918	Tipo de combustible:	Diesel
Modelo Motor:	667TA/EDJ	Área Asignada:	Patio Automotriz
Color	Amarillo	Cilindrada	6,7 Lt
Potencia	118 KW (158 HP)	Peso en orden de trabajo máximo	12636 Kg (27857 Lb)
SISTEMAS			
Sistema Motriz		Sistema Eléctrico	
Sistema de Transmisión		Sistema de Dirección	
Sistema de Frenos		Sistema de Suspensión	
Manual de Fabricante:		no	
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Movilización de tierras y de materiales en cortas distancias			
Elaborado por: Cristhian Oñate	Fecha : 07/03/2017	Aprobado: Héctor Naranjo	Fecha : 30/05/2017

Fuente: Autor

Tabla A9: Ficha técnica de maquinaria Tractor TD15

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA					
Ficha de:		Maquinaria		Tipo: Pesada	
					
Equipo:	Tractor	Serie del Motor:	4240002P004950		
Marca:	Dressta	Placa:	NA		
Registro:	5.002	Año de Fabricación:	1983		
Modelo	TD15	Chofer:	Ángel Clavijo		
Serie chasis	4240002P004950	Tipo de combustible:	Diesel		
Modelo Motor:	QSC 8.3/T3	Área Asignada:	Patio Automotriz		
Color	Amarillo	Cilindrada	8,3 L		
Potencia	142 KW (190 HP)	Peso en orden de trabajo máximo	20660 Kg (45547 lb)		
SISTEMAS					
Sistema Motriz			Sistema Eléctrico		
Sistema de Transmisión			Sistema de Dirección		
Sistema de Frenos			Sistema de Suspensión		
Manual de Fabricante:			no		
FUNCIÓN PRINCIPAL					
Movilización de tierras y de materiales en cortas distancias					
Elaborado por: Cristhian Oñate		Fecha : 08/03/2017		Aprobado: Héctor Naranjo	
				Fecha : 30/05/2017	

Fuente: Autor

Tabla A10: Ficha técnica de maquinaria Hino GH#1

	GOBIERNO AUTÓNOMO DESENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA			
Ficha de:	Maquinaria	Tipo:	Pesada
			
Equipo:	Volqueta	Serie del Motor:	J08EU12080
Marca:	HINO	Placa:	TMA 1043
Registro:	6.001	Año de Fabricación:	2012
Modelo	GH8JGSD	Chofer:	Patricio Pérez
Serie chasis	9F3GH8JGSCXX123	Tipo de combustible:	Diesel
Modelo Motor:	GH8JGSD	Área Asignada:	Patio Automotriz
Color	Amarillo	Cilindrada	7,68 L
Potencia	194 KW (260 HP)	Peso en orden de trabajo máximo	12125 Kg (26731 lb)
SISTEMAS			
Sistema Motriz		Sistema Eléctrico	
Sistema de Transmisión		Sistema de Dirección	
Sistema de Frenos		Sistema de Suspensión	
Manual de Fabricante:		si	
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Se utiliza para cargar diferentes elementos			
Elaborado por: Cristhian Oñate	Fecha : 07/03/2017	Aprobado: Héctor Naranjo	Fecha: 30/05/2017

Fuente: Autor

Tabla A11: Ficha técnica de maquinaria Hino GH#2

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA					
Ficha de:		Maquinaria	Tipo:	Pesada	
					
Equipo:	Volqueta	Serie del Motor:	J08EUD16337		
Marca:	HINO	Placa:	TMA 1044		
Registro:	6.002	Año de Fabricación:	2012		
Modelo	GH8JGSD	Chofer:	Gabriel Rodríguez		
Serie chasis	9F3GH8JGSCXX123	Tipo de combustible:	Diesel		
Modelo Motor:	GH8JGSD	Área Asignada:	Patio Automotriz		
Color	Amarillo	Cilindrada	7,68 L		
Potencia	194 KW (260 HP)	Peso en orden de trabajo máximo	12125 Kg (26731 lb)		
SISTEMAS					
Sistema Motriz			Sistema Eléctrico		
Sistema de Transmisión			Sistema de Dirección		
Sistema de Frenos			Sistema de Suspensión		
Manual de Fabricante:			SI		
FUNCIÓN PRINCIPAL					
Se utiliza para cargar diferentes elementos					
Elaborado por: Cristhian Oñate		Fecha : 09/03/2017		Aprobado: Héctor Naranjo	
				Fecha: 01/06/2017	

Fuente: Autor

Tabla A12: Ficha técnica de maquinaria Hino GH#4

	GOBIERNO AUTÓNOMO DECENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA			
Ficha de:	Maquinaria	Tipo:	Pesada
			
Equipo:	Volqueta	Serie del Motor:	J08CTT34314
Marca:	HINO	Placa:	TEC 0075
Registro:	6.004	Año de Fabricación:	2009
Modelo	GH1JGUD	Chofer:	Alejandro Melo
Serie chasis	JHDG1JGU9XX113	Tipo de combustible:	Diesel
Modelo Motor:	GH8JGSD	Área Asignada:	Patio Automotriz
Color	Amarillo	Cilindrada	7,68 L
Potencia	194 KW (260 HP)	Peso en orden de trabajo máximo	12125 Kg (26731 lb)
SISTEMAS			
Sistema Motriz		Sistema Eléctrico	
Sistema de Transmisión		Sistema de Dirección	
Sistema de Frenos		Sistema de Suspensión	
Manual de Fabricante:		si	
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Se utiliza para cargar diferentes elementos			
Elaborado por: Cristhian Oñate	Fecha : 07/03/2017	Aprobado: Héctor Naranjo	Fecha: 30/05/2017

Fuente: Autor

Tabla A13: Ficha técnica de maquinaria Hino GH#5

	GOBIERNO AUTÓNOMO DESENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA			
Ficha de:	Maquinaria	Tipo:	Pesada
			
Equipo:	Volqueta	Serie del Motor:	JO8CTT34311
Marca:	HINO	Placa:	TEC 0076
Registro:	6.005	Año de Fabricación:	2008
Modelo	GH8JGSD	Chofer:	Marco Coello
Serie chasis	JHDGH1JGU9XX112	Tipo de combustible:	Diesel
Modelo Motor:	GH8JGSD	Área Asignada:	Patio Automotriz
Color	Amarillo	Cilindrada	7,68 L
Potencia	194 KW (260 HP)	Peso en orden de trabajo máximo	12125 Kg (26731 lb)
SISTEMAS			
Sistema Motriz		Sistema Eléctrico	
Sistema de Transmisión		Sistema de Dirección	
Sistema de Frenos		Sistema de Suspensión	
Manual de Fabricante		si	
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Se utiliza para cargar diferentes elementos			
Elaborado por: Cristhian Oñate	Fecha : 07/03/2017	Aprobado: Héctor Naranjo	Fecha: 02/06/2017

Fuente: Autor

Tabla A14: Ficha técnica de maquinaria Hino GH#6

	<p align="center">GOBIERNO AUTÓNOMO DESENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE PATATE</p>		
<p align="center">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA</p>			
<p>Ficha de:</p>	<p>Maquinaria</p>	<p>Tipo:</p>	<p>Pesada</p>
			
Equipo:	Volqueta	Serie del Motor:	J08CTT11525
Marca:	HINO	Placa:	TMC 0019
Registro:	6.006	Año de Fabricación:	2008
Modelo	GH1JGUD	Chofer:	Oscar Rodríguez
Serie chasis	JHDGH1JGS2XX102	Tipo de combustible:	Diesel
Modelo Motor:	GH8JGSD	Área Asignada:	Patio Automotriz
Color	Amarillo	Cilindrada	7,68 L
Potencia	194 KW (260 HP)	Peso en orden de trabajo máximo	12125 Kg (26731 lb)
SISTEMAS			
Sistema Motriz		Sistema Eléctrico	
Sistema de Transmisión		Sistema de Dirección	
Sistema de Frenos		Sistema de Suspensión	
Manual de Fabricante:		si	
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Se utiliza para cargar diferentes elementos			
Elaborado por: Cristhian Oñate	Fecha : 07/03/2017	Aprobado: Héctor Naranjo	Fecha: 01/06/2017

Fuente: Autor

ANEXO B
HISTÓRICO DE
FALLOS 2016

Tabla B1: Fallos Motoniveladora Mitsubishi para año 2016

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO			
NTF	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]
1	23/02/2016	Sacar termostato y sensores de temperatura	6,00
2	24/02/2016	Colocar termostato	6,00
3	26/02/2016	Mantenimiento de motor	12,00
4	07/03/2016	Revisión eléctrico (externo)	16,00
5	08/03/2016	Revisión Rodillo de bombas de sistema hidráulico	5,00
6	15/03/2016	Cambio manómetros y trompas de motoniveladora	7,00
7	15/03/2016	Eléctrico 2 días	16,00
8	21/04/2016	Poner alógenos de motoniveladora un delantero y posterior	6,00
9	03/05/2016	Mantenimiento de motor	12,00
10	03/05/2016	Lavado de radiador engrasado	5,00
11	27/06/2016	Mantenimiento de motor (puñapi)	16,00
12	27/06/2016	Cambio de llanta y tubo nuevo	8,00
13	09/08/2016	Puesto de carrileras por desgaste de bocines	5,00
14	15/08/2016	Rotura de dos pernos de torna mesa	10,00
15	18/08/2016	Arreglo de llanta	4,00
16	20/09/2016	Mantenimiento de motor	12,00
17	17/11/2016	Arreglo de bomba de distribución de sistema hidráulico	16,00
18	21/11/2016	Cambio de 6 llantas nuevas	8,00

Fuente: Autor**Tabla B2: Fallos Motoniveladora Galión 500 para año 2016**

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO			
NTF	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]
1	05/01/2016	Cambio de bomba de agua	6,00
2	07/01/2016	Repuesto motoniveladora	5,00
3	22/01/2016	Mantenimiento de motor	12,00
4	22/01/2016	Cambio de oring bomba sistema hidráulico	15,00
5	10/02/2016	Sacar mangueras del sistema hidráulico	6,00
6	12/02/2016	Poner mangueras moto galeon en Poatuc	8,00
7	12/02/2016	Mantenimiento de motor	12,00
8	12/02/2016	Cambio motor de retenedor de lana	6,50
9	12/03/2016	Desarme de cordón y onnado 17500	8,00
10	12/03/2016	Cambio filtros de servo e hidráulica	5,00
11	23/05/2016	Cambiar manguera rota	8,00
12	03/06/2016	Mantenimiento general	20,00
13	05/04/2016	Corrección de fugas de aceite	8,00
14	19/05/2016	Desarme de parte trasera del tractor	3,00
15	19/05/2016	Cambio de Radiadores	5,00
16	24/05/2016	Mantenimiento de motor	12,00
17	26/05/2016	Desarme de motor	15,00
18	26/05/2016	Obtención de repuestos	8,00
19	28/05/2016	Cambio de retenedor y mangueras	5,00
20	03/06/2016	Mantenimiento General	32,00
21	08/07/2016	Arreglo puntas delanteras	16,00
22	08/07/2016	Cambio de rulimanes, cambio de pistas, cambio 2 retenedores	8,00
23	08/07/2016	Rectificado de porta retenedores	6,00
24	08/07/2016	Cambio de dos terminales de la barra de dirección	8,00
25	08/07/2016	Cambio cañería del freno	16,00
26	11/07/2016	Sale de taller de trabajo	5,00
27	15/08/2016	Ceba de aceite Hyspin 68	5,00
28	29/08/2016	Mantenimiento Motor	12
29	07/11/2016	Mantenimiento Motor	12
30	15/12/2016	Par roto de centro de transmisión	36
31	02/12/2016	Cambio cinta de acople	6
32	02/12/2016	Arreglo de neblineros	6
		Mensualmente se realiza una revisión General	2,00

Fuente: Autor

Tabla B3: Fallos Motoniveladora Retroexcavadora L210 para año 2016

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO			
NTF	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]
1	26/02/2016	Revisión sistema eléctrico	8,00
2	26/07/2016	Revisión sistema del radio	6,00
3	27/07/2016	Cambio de zapatas y pernos del tren de rodaje	36,00
4	17/08/2016	Cambio de la bomba de llenado de Diesel en puñapi	5,00
5	30/08/2016	Llega excavadora al taller para arreglar tren de rodaje	8,00
6	30/08/2016	Mantenimiento	16,00
7	01/09/2016	Sacado de cadenas de orugas para cambio de eslabones	7,00
8	16/09/2016	Cambio de eslabones de la cadena y piñón, armado en Quito	80,00
9	16/09/2016	Cambio de rueda guía y rodillos	8,00
10	20/10/2016	Mantenimiento de motor 1000 horas	12,00
11	20/10/2016	Lavado de tanque de combustible	3,00
12	20/10/2016	Lavado de radiadores	5,00
13	20/10/2016	Cambio de bandas de arrastre de motor	6,00
14	20/10/2016	Cambio refrigerante motor	3,00
15	24/10/2016	Acabado de Armado de radiadores y tanque de combustible	8,00
16	25/11/2016	Trabajos con operador	16,00
17	26/11/2016	Cambio de pernos de los esquineros	8,00
18	07/12/2016	Mantenimiento de Motor	12,00

Fuente: Autor**Tabla B4: Fallos Retroexcavadora 416e para año 2016**

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO			
NTF	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]
1	13/01/2016	Mantenimiento motor	12,00
2	13/01/2016	Cambio de uñas de cucharón, pasadora	16,00
3	01/02/2016	Mantenimiento motor retroexcavadora	12,00
4	02/02/2016	Cambio refrigerante	5,00
5	23/02/2016	Traer eléctrico	4,00
6	25/02/2016	Revisión personal eléctrico	16,00
7	25/02/2016	Colocación marcador de combustible	5,00
8	11/04/2016	Sacar brazo mecánico y lavado de tanque	3,00
9	12/04/2016	Colocar batería	3,00
10	25/04/2016	Mantenimiento Motor 1000 horas	12,00
11	02/05/2016	Cambio de uñas excavadora, revisión rueda guía	32,00
12	20/05/2016	Sacar brazo mecánico, para fijar bosin	16,00
13	25/06/2016	Mantenimiento de motor en San Pablo	16,00
14	21/08/2016	Reparación de bomba de Diesel y los 4 inyectores	20,00
15	21/08/2016	Cambio de la bomba de agua	6,00
16	21/08/2016	Reparación caja de válvulas de la acción delantera	32,00
17	21/08/2016	Reparación Caja de inyección, calibrado de válvulas	16,00
18	11/10/2016	Reparación de cañería rota	8,00
19	17/10/2016	Mantenimiento de motor	12,00
20	10/11/2016	Desarme de la tortuga de sujeción de barra, pin roto, base desgastada	16,00

Fuente: Autor

Tabla B5: Fallos Cargadora Frontal CMSE 621E para año 2016

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO			
NTF	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]
1	22/01/2016	Mantenimiento Motor	24,00
2	05/02/2016	Arreglo estribo	32,00
3	16/03/2016	Cambio planchas de cucharon	10,00
4	29/03/2016	Mantenimiento de motor	24,00
5	30/03/2016	Cambio de llantas de cargadora	24,00
6	31/03/2016	Mantenimiento de motor	32,00
7	12/07/2016	Cambio de aceite	10,00
8	08/08/2016	Cambio de oring de la cañería del gato	12,00
9	22/08/2016	Reparación sistema de frenos y eje posterior	15,00
10	11/09/2016	Cambio de disco de frenos de las ruedas	5,00
11	12/09/2016	Cambio de espaciadores de freno de las 4 ruedas	8,00
12	13/10/2016	Cambio de bocines del diferencial	8,00
13	14/11/2016	Mantenimiento de motor	24,00
14	15/12/2016	Mantenimiento de transmisión	10,00
15	16/12/2016	Cambio de oring en manzanas de 4 ruedas	5,00

Fuente: Autor**Tabla B6:** Fallos Cargadora 246c para año 2016

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO			
NTF	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]
1	19/01/2016	Repuestos	32,00
2	25/01/2016	Cambio de manguera de gato de angulación	8,00
3	03/02/2016	Mini cargadora cambio de flotador de Diesel	14,50
4	03/02/2016	Cambio porta filtro de aire	6,00
5	16/03/2016	Mantenimiento de motor	12,00
6	06/05/2016	Sacado cucharon de Minicargadora	30,00
7	06/05/2016	Cambio de cuchillas y corte de parte de cucharon para refuerzo de cucharon	40,00
8	13/05/2016	Refuerzo de cucharon y cuchillas	12,00
9	13/05/2016	Sacado de gatos para cambio	8,00
10	16/05/2016	Finalización de refuerzo de cucharon	8,00
11	17/05/2016	Colocación de gatos por cambio de bocines	12,00
12	18/05/2016	Colocación de base de pala	5,00

Fuente: Autor

Tabla B7: Fallos Cargadora CMT 920 para año 2016

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO			
NTF	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]
1	02/02/2016	Reparación de dinamo (Taller Pelileo)	16,00
2	11/02/2016	Mantenimiento motor	12,00
3	11/02/2016	Sacar cucharon	18,00
4	11/02/2016	Soldadura de la Pala	6,00
5	17/02/2016	Cambio de cauchos de gato de levantamiento	8,00
6	18/02/2016	Refuerzo de cuchilla de cucharon	5,00
7	01/04/2016	Completar aceite hidráulico	6,00
8	06/04/2016	Repuesto de frenos	8,00
9	19/04/2016	Cambio de cauchos y cuchillas para mordazas	5,00
10	20/04/2016	Colocar Mordazas de freno	8,00
11	20/04/2016	Cambiar sangradores rotos	6,00
12	22/04/2016	Cambio de Pastillas de frenos	8,00
13	22/04/2016	Cambio de sangradores y mordazas	8,00
14	06/04/2016	Repuesto de frenos (Ambato)	16,00
15	19/04/2016	Sacar mordazas para cambio de cauchos y pastillas	5,00
16	22/04/2016	Cambio de pastillas y mordazas	6,00
17	22/04/2016	Sangrado de frenos	5,00
18	05/07/2016	Mantenimiento de motor	12,00
19	04/08/2016	Arreglo cañería del freno	16,00
20	04/08/2016	Arreglo 1 llanta	12,00
21	22/08/2016	Cambio de bomba de freno, sangrado 4 ruedas	8,00
22	22/08/2016	Reparación de mesa de arranque	5,00
23	22/08/2016	Cambio regulador de arranque	7,50
24	07/09/2016	Arreglo fuga de aceite	5,00
25	07/09/2016	Cambio de oring de mangueras	12,00
26	07/09/2016	Cambio de un kit de bomba de distribución	18,00
27	05/10/2016	Arreglo palanca desgastada	6,00
28	10/11/2016	Mantenimiento de motor	12,00
29	14/11/2016	Poner 3gl de aceite a cubo de transmisión	5,00

Fuente: Autor**Tabla B8: Fallos Tractor 850D para año 2016**

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO			
NTF	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]
1	16/02/2016	Cambio de rueda guía	8,00
2	17/02/2016	Cambio de cadena	14,50
3	22/01/1900	Arreglar motor de arranque	36,00
4	22/02/2016	Trabajos de mantenimiento	2,00
5	01/03/2016	Poner rueda guía	8,00
6	01/03/2016	Cosido de cadena	22,00
7	16/03/2016	Comprar rueda guía de tractor	40,00
8	17/03/2016	Cambio de aceite de transmisión	6,00
9	24/05/2016	Sacar Motor	8,00
10	26/05/2016	Desarme de Motor	16,00
11	26/05/2016	Traer repuestos	32,00
12	03/06/2016	Trabajo de mantenimiento	16,00

Fuente: Autor

Tabla B9: Fallos Tractor TD15 para año 2016

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO			
NTF	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]
1	05/01/2016	Cambio de cadenas (descarrilamiento)	32,00
2	05/01/2016	Daño de retenedores rueda guía (Pernos Dañados)	8,00
3	08/01/2016	Arreglar motor de arranque	15,00
4	09/01/2016	Cambio de retenedor de fajas del templador	7,00
5	11/01/2016	Arreglo motor de arranque (Pelileo - Parreoquia Sucre)	16,00
6	12/01/2016	Poner puerta de cabina de TD15	16,00
7	14/01/2016	Poner rueda guía en tren de rodaje	7,00
8	14/01/2016	Cambio de Cadenas	5,00
9	02/03/2016	Mantenimiento Motor	12,00
10	02/03/2016	Cambio de esquineros y pernos	3,00
11	02/03/2016	Viraje de cuchillas	8,00
12	02/03/2016	Cambio de pernos	4,00
13	05/04/2016	Corrección de fugas de aceite	4,00
14	19/05/2016	Desarme de parte trasera del tractor	16,00
15	19/05/2016	Cambio de Radiadores	8,00
16	24/05/2016	Mantenimiento de motor	12,00
17	26/05/2016	Desarme de motor	16,00
18	26/05/2016	Obtención de repuestos	32,00
19	28/05/2016	Cambio de retenedor y mangueras	5,00
20	03/06/2016	Mantenimiento General	12,00
21	13/07/2016	Cambio del retenedor del cigüeñal	5,00
22	13/07/2016	Mantenimiento motor	12,00
23	14/07/2016	Rearmado del tractor	8,00
24	09/08/2016	Cambio de Manguera de presión y brazo de regulación	5,00
25	26/09/2016	Puesta de manos de angulación de la pala	8,00
26	01/11/2016	Mantenimiento de motor	12,00
27	04/12/2017	Daño tren de rodaje	16,00

Fuente: Autor

Tabla B10: Fallos Volqueta Hino GH#01 para año 2016

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO			
NTF	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]
1	08/01/2016	Mantenimiento Motor	12,00
2	20/01/2016	Dejar volqueta en Ambato	3,00
3	29/02/2016	Cambio eje principal y perno guía	6,00
4	21/04/2016	Cambio de filtros de aceite	4,00
5	02/05/2016	Revisión de frenos	10,00
6	14/06/2016	Mantenimiento de motor	12,00
7	08/08/2016	Colocación de rastreo satelital	6,00
8	23/08/2016	Cambio de Llantas	5,00
9	28/08/2016	Mantenimiento Motor	12,00
10	12/09/2016	Desperfecto en llantas delanteras	8,00
11	24/11/2016	Mantenimiento de motor	12,00
12	25/11/2016	Cambio de aceite sistema hidráulico	5,00

Fuente: Autor

Tabla B11: Fallos Volqueta Hino GH#02 para año 2016

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO			
NTF	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]
1	15/07/2016	Cambio de 4 llantas posteriores	5,00
2	19/07/2016	Cambio de varillas de las baterías	6,00
3	20/07/2016	Sueda de las orejas de soporte de la compuerta	8,00
4	02/08/2016	Mantenimiento de motor	12,00
5	19/09/2016	Arreglo de paquetes delanteros de lanas de pines	16,00
6	20/09/2016	Cambio de amortiguadores delanteros	8,00
7	21/09/2016	Cambio radiador y puesta de refrigerante	5,00
8	21/09/2016	Cambio de retenedores de la comba de volteo	12,00
9	21/09/2016	Cambio de lanas de paquetes posteriores	17,00
10	22/09/2016	Cambio de hoja principal de paquete posterior y perno guía	8,00
11	23/09/2016	Reajuste sobre chasis y volteo	5,00
12	23/09/2016	Puesta de aceite en volteo	4,00
13	23/09/2016	Armado de paquetes	5,00
14	17/10/2016	Cambio dos llantas delanteras	4,00
15	28/11/2016	Cambio de bandas del alternador y dirección hidráulica	5,00
16	29/11/2016	Mantenimiento de motor	16,00
17	06/12/2016	Cambio de dos terminales de barra de la dirección	8,00
18	27/12/2016	Lavado de sistema de frenos	5,00
19	27/12/2016	Sueda de patín de chasis	6,00
20	28/12/2016	Lavado de radiador	3,00
21	28/12/2016	Regulado de frenos	3,00
22	29/12/2016	Cambio de grasa de las 4 manzanas	6,00
23	29/12/2016	Revisión de ruedas	2,00
24	29/12/2016	Lavado de rodillos y pines de los cuatro platos porta zapatas	8,00
25	29/12/2016	Cambio de retenedor posterior	8,00

Fuente: Autor

Tabla B12: Fallos Volqueta Hino GH#04 para año 2016

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO			
NTF	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]
1	17/01/2016	Llega de talleres de reparación motor	12,00
2	18/10/2016	Reparación de sistema eléctrico	3,00
3	17/10/2016	Reparación de sistema neumático	6,00
4	18/10/2016	Revisión sistema de frenos	4,00
5	31/10/2016	Colocación rastro satelital	10,00
6	13/12/2016	Chequeo electrico luces direccionales	12,00
7	14/12/2016	Revisión calefacción	6,00
8	17/12/2016	Volcamiento en Puñapi	16,00

Fuente: Autor

Tabla B13: Fallos Volqueta Hino GH#05 para año 2016

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO			
NTF	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]
1	04/07/2016	Mantenimiento de motor	12,00
2	06/07/2016	Cambio de disco en llantas posteriores	3,00
3	06/07/2016	Arreglo de llantas posteriores	6,00
4	09/08/2016	Colocación Rastro satelital	8,00
5	15/09/2016	Cambio de las baterías	10,00
6	15/09/2016	Revisión de la bomba de inyección	12,00
7	16/09/2016	Cambio de filtros de combustible	6,00
8	11/10/2016	Mantenimiento de motor	5,00
9	18/10/2016	Mantenimiento de motor	12,00
10	18/10/2016	Cambio de dos amortiguadores	8,00
11	18/10/2016	Cambio de dos guías de paquetes delanteros	12,00
12	19/10/2016	Cambio cuatro ruedas (manzanas) la grasa	5,00
13	18/10/2016	Cambio de retenedores de las manzanas posteriores	6,00
14	17/11/2016	Cambio de cauchos de la dirección hidráulica	5,00
15	17/11/2016	Cambio 6 llantas, 4 posteriores, dos delanteras	8,00
16	19/11/2016	Cambio terminales de la dirección izquierdo y derecho	6,00
17	20/11/2016	Revisión eléctrica en taller de Ambato	32,00
18	23/11/2016	Sale taller	24,00
19	05/12/2016	Cambio de bomba de dirección	6,00
20	05/12/2016	Cambio de sellos del cajetín y retenedores	6,00
21	09/12/2016	Cambio de manguera de presión	4,00
22	09/12/2016	Cambio de piñón empaques y retenedor de la fuerza	8,00
23	09/12/2016	Cambio de aceite	3,00

Fuente: Autor

Tabla B14: Fallos Volqueta Hino GH#06 para año 2016

ANÁLISIS DEL TIEMPO DE MANTENIMIENTO			
NTF	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE REPARACIÓN [horas]
1	26/01/2016	Reparación total (viene de Ambato)	32,00
2	19/02/2016	Refuerzo de patines del contra chasis (suelta y refuerzo)	8,00
3	20/02/2016	Traer rueda guía de Ambato	3,00
4	07/03/2016	Mantenimiento de motor	12,00
5	18/03/2016	Revisión de frenos, batería	6,00
6	11/04/2016	Mantenimiento Motor	12,00
7	04/05/2016	Revisión de batería y radiador	5,00
8	16/06/2016	Colocación de luces posteriores	5,00
9	16/06/2016	Colocación guías delanteras y ruedas de cañería	6,00
10	16/06/2016	Suelda base de gato y pines del eje de balde	5,00
11	05/07/2016	Arreglo de dos llantas	7,00
12	09/08/2016	Colocación rastreo satelital	5,00
13	16/08/2016	Cambio de llantas posterior y delantera	6,00
14	16/08/2016	Cambio de seis llantas nuevas	8,00
15	16/08/2016	Cambio de dos baterías	5,00
16	05/09/2016	Mantenimiento motor	12,00
17	05/09/2016	Cambio de bandas	8,00
18	27/09/2016	Sacar gato de volqueta para reparar en taller particular	2,00
19	04/10/2016	Puesta de gato	5,00
20	13/10/2016	Cambio de aceite de caja	5,00
21	17/11/2016	Cambio de empaque	8,00
22	09/12/2016	Mantenimiento de motor	12,00
23	11/01/2017	Sacar gato hidráulico, (fugas)	8,00

Fuente: Autor

ANEXO C
ANÁLISIS DE
DISPONIBILIDAD Y
TASA DE FALLOS

Para el cálculo de TMEF, TMRE, tasa de fallos y tasa de reparación, se asumió un funcionamiento de la maquinaria de 8 horas diarias, 160 al mes, también debido a que diariamente los operarios del GADM Patate tienen una reunión en la que se dan las directrices de trabajo, y que por tanto las máquinas no se encuentran en funcionamiento se asume en promedio 2 horas mínimas mensuales de paro.

Tabla C1: Análisis de Motoniveladora Mitsubishi para año 2016

MES	TO(Tiempo de Operación)	TP(Tiempo de Parada)	TMEF/mes	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
FEBRERO	134,00	26,00	33,50	6,50	0,030	0,154	83,75
MARZO	114,00	46,00	22,80	9,20	0,044	0,109	71,25
ABRIL	152,00	8,00	76,00	4,00	0,013	0,250	95,00
MAYO	141,00	19,00	47,00	6,33	0,021	0,158	88,13
JUNIO	134,00	26,00	44,67	8,67	0,022	0,115	83,75
JULIO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
AGOSTO	144,00	16,00	36,00	4,00	0,028	0,250	90,00
SEPTIEMBRE	146,00	14,00	73,00	7,00	0,014	0,143	91,25
OCTUBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
NOVIEMBRE	134,00	26,00	44,67	8,67	0,022	0,115	83,75
DICIEMBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
TOTAL	144,25	15,75	84,14	5,20	0,018	0,275	90,156

Fuente: Autor

Tabla C2: Análisis de Motoniveladora Galión 500 para año 2016

MES	TO(Tiempo de Operación)	TP(Tiempo de Parada)	TMEF/mes	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	120,00	40,00	30,00	10,00	0,033	0,100	75,00
FEBRERO	125,50	34,50	25,10	6,90	0,040	0,145	78,44
MARZO	145,00	15,00	48,33	5,00	0,021	0,200	90,63
ABRIL	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
MAYO	150,00	10,00	21,43	1,43	0,047	0,700	93,75
JUNIO	140,00	20,00	70,00	10,00	0,014	0,100	87,50
JULIO	104,00	56,00	26,00	14,00	0,038	0,071	65,00
AGOSTO	141,00	19,00	47,00	6,33	0,021	0,158	88,13
SEPTIEMBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
OCTUBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
NOVIEMBRE	146,00	14,00	73,00	7,00	0,014	0,143	91,25
DICIEMBRE	110,00	50,00	27,50	12,50	0,036	0,080	68,75
ANUAL	137,96	22,04	70,20	6,60	0,02	0,27	86,22

Fuente: Autor

Tabla C3: Análisis de Motoniveladora Retroexcavadora L210 para año 2016

MES	TO(Tiempo de Operación)	TP(Tiempo de Parada)	TMEF/mes	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
FEBRERO	150,00	10,00	75,00	5,00	0,013	0,200	93,75
MARZO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
ABRIL	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
MA YO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
JUNIO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
JULIO	116,00	44,00	38,67	14,67	0,026	0,068	72,50
AGOSTO	121,00	39,00	30,25	9,75	0,033	0,103	75,63
SEPTIEMBRE	63,00	97,00	15,75	24,25	0,063	0,041	39,38
OCTUBRE	121,00	39,00	17,29	5,57	0,058	0,179	75,63
NOVIEMBRE	134,00	26,00	44,67	8,67	0,022	0,115	83,75
DICIEMBRE	146,00	14,00	73,00	7,00	0,014	0,143	91,25
ANUAL	136,75	23,25	90,38	7,08	0,022	0,279	85,47

Fuente: Autor

Tabla C4: Análisis de Retroexcavadora 416e para año 2016

MES	TO(Tiempo de Operación)	TP(Tiempo de Parada)	TMEF/mes	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	130,00	30,00	43,33	10,00	0,023	0,100	81,25
FEBRERO	116,00	44,00	23,20	8,80	0,043	0,114	72,50
MARZO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
ABRIL	140,00	20,00	35,00	5,00	0,029	0,200	87,50
MA YO	110,00	50,00	36,67	16,67	0,027	0,060	68,75
JUNIO	144,00	16,00	72,00	8,00	0,014	0,125	90,00
JULIO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
AGOSTO	94,00	66,00	18,80	13,20	0,053	0,076	58,75
SEPTIEMBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
OCTUBRE	138,00	22,00	46,00	7,33	0,022	0,136	86,25
NOVIEMBRE	142,00	18,00	71,00	9,00	0,014	0,111	88,75
DICIEMBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
ANUAL	137,17	22,83	81,50	7,17	0,021	0,243	85,73

Fuente: Autor

Tabla C5: Análisis de Cargadora Frontal CMSE 621E para año 2016

MES	TO(Tiempo de Operación)	TP(Tiempo de Parada)	TMEF/mes	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	146,00	14,00	73,00	7,00	0,014	0,1429	91,25
FEBRERO	150,00	10,00	75,00	5,00	0,013	0,2000	93,75
MARZO	112,00	48,00	22,40	9,60	0,045	0,1042	70,00
ABRIL	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,5000	98,75
MAYO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,5000	98,75
JUNIO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,5000	98,75
JULIO	153,00	7,00	76,50	3,50	0,013	0,2857	95,63
AGOSTO	137,00	23,00	45,67	7,67	0,022	0,1304	85,63
SEPTIEMBRE	140,00	20,00	46,67	6,67	0,021	0,1500	87,50
OCTUBRE	150,00	10,00	75,00	5,00	0,013	0,2000	93,75
NOVIEMBRE	146,00	14,00	73,00	7,00	0,014	0,1429	91,25
DICIEMBRE	143,00	17,00	47,67	5,67	0,021	0,1765	89,38
ANUAL	145,92	14,08	84,08	5,26	0,0163	0,2527	91,20

Fuente: Autor**Tabla C6: Análisis de Cargadora 246c para año 2016**

MES	TO(Tiempo de Operación)	TP(Tiempo de Parada)	TMEF/mes	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	118,00	42,00	39,33	14,00	0,025	0,071	73,75
FEBRERO	139,50	20,50	46,50	6,83	0,022	0,146	87,19
MARZO	146,00	14,00	73,00	7,00	0,014	0,143	91,25
ABRIL	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
MAYO	75,00	85,00	9,38	10,63	0,107	0,094	46,88
JUNIO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
JULIO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
AGOSTO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
SEPTIEMBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
OCTUBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
NOVIEMBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
DICIEMBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
ANUAL	145,21	14,79	119,35	4,54	0,018	0,37	90,76

Fuente: Autor

Tabla C7: Análisis de Cargadora CMT 920 para año 2016

MES	TO(Tiempo de Operación)	TP(Tiempo de Parada)	TMEF/mes	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
FEBRERO	95,00	65,00	13,57	9,29	0,074	0,108	59,38
MARZO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
ABRIL	79,00	81,00	6,58	6,75	0,152	0,148	49,38
MA YO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
JUNIO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
JULIO	148,00	12,00	74,00	6,00	0,014	0,167	92,50
AGOSTO	111,50	48,50	18,58	8,08	0,054	0,124	69,69
SEPTIEMBRE	125,00	35,00	31,25	8,75	0,032	0,114	78,13
OCTUBRE	154,00	6,00	77,00	3,00	0,013	0,333	96,25
NOVIEMBRE	143,00	17,00	47,67	5,67	0,021	0,176	89,38
DICIEMBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
	137,13	22,88	88,22	4,79	0,033	0,306	85,70

Fuente: Autor**Tabla C8:** Análisis de Tractor 850D para año 2016

MES	TO(Tiempo de Operación)	TP(Tiempo de Parada)	TMEF/mes	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
FEBRERO	137,50	22,50	45,83	7,50	0,022	0,133	85,94
MARZO	84,00	76,00	16,80	15,20	0,060	0,066	52,50
ABRIL	158,00	2,00	79,00	1,00	0,013	1,000	98,75
MA YO	104,00	56,00	104,00	56,00	0,010	0,018	65,00
JUNIO	144,00	16,00	36,00	4,00	0,028	0,250	90,00
JULIO	158,00	2,00	79,00	1,00	0,013	1,000	98,75
AGOSTO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
SEPTIEMBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
OCTUBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
NOVIEMBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
DICIEMBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
ANUAL	144,46	15,54	109,05	8,06	0,015	0,456	90,29

Fuente: Autor

Tabla C9: Análisis de Tractor TD15 para año 2016

MES	TO(Tiempo de Operación)	TP(Tiempo de Parada)	TMEF/mes	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	54,00	106,00	6,00	11,78	0,167	0,085	33,75
FEBRERO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
MARZO	131,00	29,00	26,20	5,80	0,038	0,172	81,88
ABRIL	154,00	6,00	77,00	3,00	0,013	0,333	96,25
MA YO	69,00	91,00	11,50	15,17	0,087	0,066	43,13
JUNIO	146,00	14,00	73,00	7,00	0,014	0,143	91,25
JULIO	141,00	19,00	35,25	4,75	0,028	0,211	88,13
AGOSTO	153,00	7,00	76,50	3,50	0,013	0,286	95,63
SEPTIEMBRE	150,00	10,00	75,00	5,00	0,013	0,200	93,75
OCTUBRE	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
NOVIEMBRE	146,00	14,00	73,00	7,00	0,014	0,143	91,25
DICIEMBRE	142,00	18,00	71,00	9,00	0,014	0,111	88,75
ANUAL	133,5	26,5	70,04	6,33	0,034	0,229	83,44

Fuente: Autor**Tabla C10:** Análisis de Volqueta Hino GH#01 para año 2016

MES	TO(Tiempo de Operación)	TP(Tiempo de Parada)	TMEF/mes	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	143	17,00	47,67	5,67	0,021	0,176	89,38
FEBRERO	152	8,00	76,00	4,00	0,013	0,250	95,00
MARZO	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
ABRIL	154	6,00	77,00	3,00	0,013	0,333	96,25
MA YO	148	12,00	74,00	6,00	0,014	0,167	92,50
JUNIO	146	14,00	73,00	7,00	0,014	0,143	91,25
JULIO	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
AGOSTO	135	25,00	33,75	6,25	0,030	0,160	84,38
SEPTIEMBRE	150	10,00	75,00	5,00	0,013	0,200	93,75
OCTUBRE	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
NOVIEMBRE	141	19,00	47,00	6,33	0,021	0,158	88,13
DICIEMBRE	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
TOTAL	150	9,92	94,62	4,27	0,014	0,299	93,80

Fuente: Autor

Tabla C11: Análisis de Volqueta Hino GH#02 para año 2016

MES	TO(Tiempo de Operación)	TP(Tiempo de Parada)	TMEF/mes	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	150,00	10,00	75,00	5,00	0,013	0,20	93,75
FEBRERO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,50	98,75
MARZO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,50	98,75
ABRIL	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,50	98,75
MA Y O	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,50	98,75
JUNIO	158,00	2,00	158,00	2,00	0,006	0,50	98,75
JULIO	139,00	21,00	46,33	7,00	0,022	0,14	86,88
AGOSTO	146,00	14,00	73,00	7,00	0,014	0,14	91,25
SEPTIEMBRE	78,00	82,00	8,67	9,11	0,115	0,11	48,75
OCTUBRE	154,00	6,00	77,00	3,00	0,013	0,33	96,25
NOVIEMBRE	137,00	23,00	45,67	7,67	0,022	0,13	85,63
DICIEMBRE	109,00	51,00	12,11	5,67	0,083	0,18	68,13
ANUAL	141,92	18,08	93,98	4,54	0,026	0,31	88,70

Fuente: Autor**Tabla C12:** Análisis de Volqueta Hino GH#04 para año 2016

MES	TO(Tiempo de Operación)	TP(Tiempo de Parada)	TMEF/mes	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	148	12,00	74,00	6,00	0,014	0,167	92,50
FEBRERO	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
MARZO	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
ABRIL	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
MA Y O	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
JUNIO	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
JULIO	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
AGOSTO	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
SEPTIEMBRE	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
OCTUBRE	135	25,00	27,00	5,00	0,037	0,200	84,38
NOVIEMBRE	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
DICIEMBRE	126	34,00	31,50	8,50	0,032	0,118	78,75
ANUAL	153	7,42	129,54	3,13	0,012	0,415	95,36

Fuente: Autor

Tabla C13: Análisis de Volqueta Hino GH#05 para año 2016

MES	TO(Tiempo de Operación)	TP(Tiempo de Parada)	TMEF/mes	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
FEBRERO	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
MARZO	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
ABRIL	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
MAYO	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
JUNIO	158	2,00	158,00	2,00	0,006	0,500	98,75
JULIO	137	23,00	34,25	5,75	0,029	0,174	85,63
AGOSTO	148	12,00	74,00	6,00	0,014	0,167	92,50
SEPTIEMBRE	130	30,00	32,50	7,50	0,031	0,133	81,25
OCTUBRE	112	48,00	18,67	8,00	0,054	0,125	70,00
NOVIEMBRE	85	75,00	17,00	15,00	0,059	0,067	53,13
DICIEMBRE	131	29,00	26,20	5,80	0,038	0,172	81,88
TOTAL	141	19,08	95,88	5,00	0,022	0,320	88,07

Fuente: Autor

Tabla C14: Análisis de Volqueta Hino GH#06 para año 2016

MES	TO(Tiempo de Operación)	TP(Tiempo de Parada)	TMEF/mes	TMR	Tasa de Fallos (λ)	Tasa de reparación (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	126,00	34,00	63,00	17,00	0,016	0,059	78,75
FEBRERO	147,00	13,00	49,00	4,33	0,020	0,231	91,88
MARZO	140,00	20,00	46,67	6,67	0,021	0,150	87,50
ABRIL	146,00	14,00	73,00	7,00	0,014	0,143	91,25
MAYO	153,00	7,00	76,50	3,50	0,013	0,286	95,63
JUNIO	147,00	13,00	36,75	3,25	0,027	0,308	91,88
JULIO	151,00	9,00	75,50	4,50	0,013	0,222	94,38
AGOSTO	134,00	26,00	26,80	5,20	0,037	0,192	83,75
SEPTIEMBRE	136,00	24,00	34,00	6,00	0,029	0,167	85,00
OCTUBRE	148,00	12,00	49,33	4,00	0,020	0,250	92,50
NOVIEMBRE	150,00	10,00	75,00	5,00	0,013	0,200	93,75
DICIEMBRE	148,00	12,00	74,00	6,00	0,014	0,167	92,50
TOTAL	143,83	16,17	56,63	6,04	0,020	0,20	89,90

Fuente: Autor

ANEXO D
MATRICES AMFE

Para la elaboración de las matrices AMFE se clasificó por grupos de maquinaria pesada como: tractores, volquetas, motoniveladoras, etc. A su vez se desglosó cada uno por sistemas y componentes. También se consideró como un componente crítico aquellos que tengan un NPR mayor al promedio. Al final de cada sistema se realizó un promedio de los NPR por componente. Se tomó al fallo funcional como modo de fallo.

Tabla D1 Análisis AMFE para Cargadoras

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SAN CRISTÓBAL DE PATATE										
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA										
MAQUINAS:	CARGADORA	ELABORADO POR	CRISTHIAN OÑATE	FECHA DE ELABORACIÓN:						RECOMENDACIÓN
SISTEMA:	DE TRANSMISIÓN	REVISADO POR:	ING. MAURICIO CARRILLO	FECHA DE REVISIÓN:						
SUBSISTEMA:	N/E	APROBADO POR:	ING. MAURICIO CARRILLO	JEFE DETALLER:	SR. HÉCTOR NARANJO					
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFEECTO DE FALLO	F	G	D	NPR		
Caja de transferencia	Realizar la conexión de las ruedas de los vehículos de doble transmisión.	Desgaste de los piñones	Falta de lubricación lo que produce fricción en piñones	No se puede realizar cambio de marcha	3	7	5	105	Verificar que la caja de cambios tenga una buena lubricación	
Ejes planetarios	Conectar en uno o mas engranajes externos que giran sobre un engranaje central	Rotura de engranes planetarios	Sobre esfuerzo y desgaste	La máquina se paraliza	2	7	4	56	Revisión del estado de los ejes planetarios	
Caja de velocidades	Aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre cigüeñal y ruedas	Rotura de dientes de los engranes	Fricción entre engranes	La máquina no se mueve	3	8	5	120	Verificar que la caja de cambios tenga una buena lubricación	
Par cónico diferencial	Conservar la relación de velocidades que llevan las ruedas, antes de tomar una curva	Rotura de los dientes de engranes de diferencial	Pérdida de potencia	Ruido excesivo al cambiar de marcha	3	5	4	60	Revisión del nivel de líquido lubricante	
Junta de transmisión	Acoplar de elementos de transmisión	Desgaste de la junta de transmisión	Fricción en disco de embrague	Poca facilidad para desembragar, ruido excesivo	3	5	4	60	Tener precaución al momento de embragar	
Transmisión	Controlar las ruedas motrices del motor consiguiendo una relación de velocidades distinta entre motor y ruedas	Desgaste de los dientes de los engranes	Falta de lubricación	Fricción excesiva y remordimiento en los elementos	2	7	4	56	Verificar la lubricación en los elementos de transmisión	
Embrague	Conectar el motor al sistema de transmisión	Desgaste de los piñones de la caja	Falta de lubricación de caja de cambios	Difícil cambio de marcha	3	6	3	54	Verificar la lubricación en los elementos de transmisión	
Bomba de dirección	Presurizar el fluido de la dirección hidráulica, enviándolo a la dirección permitiendo que el vehículo gire a la derecha o la izquierda	Desgaste de los sellos	Fin de vida útil del elemento	Pérdida de presión por fugas	3	7	3	63	Verificar estado des sellos, cambio del mismo	
									71,75	

SISTEMA HIDRÁULICO										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
					F	G	D	NPR		
Acumuladores de presión	Compensar el aceite requerido en el sistema de dirección, controla los frenos en caso que la bomba o el motor falle	Rotura del acumulador de presión	Fricción entre elementos	Pérdida de presión en el sistema por fuga de aceite	3	5	5	75	Revisión permanente del acumulador de presión	
Bomba hidráulica	Enviar aceite con la presión requerida para accionar los elementos	Rotura de empaques de bomba	Fin de vida útil de empaques	Pérdida de presión	4	7	4	112	Cambio de empaques en tiempo determinado	
Cañerías	Transportar fluido a los diferentes elementos	Fisura de cañerías	Golpes en cañerías	Fuga de fluido de trabajo	5	7	2	70	Chequeo de las conexiones de las cañerías para verificar su estado	
Bridas	Acoplar de tuberías y mangueras de gran diámetro	Holgura en acople de brida	Aislamiento de rosca	Remordimiento	5	6	4	120	Revisar las conexiones de las bridas	
Acoplamientos	Conectar mangueras a otros componentes	Desgaste de empaques	Fin de vida útil	Fuga del fluido	4	7	3	84	Cambio de empaques en tiempo determinado	
Válvula de control de presión	Controlar presión en el sistema	Pérdida de presión en la válvula	Desgaste	Pérdida de potencia del motor	4	7	4	112	Revisión de la presión del sistema	
Filtros	Filtrar agentes contaminantes en el fluido	Taponamiento	Polvo, basura, etc.	Falta de lubricación en los elementos del motor	5	5	3	75	Cambio de filtro en tiempo determinado	
Tanque Hidráulico	Garantizar suministro de aceite	Fisura de tanque	Vibración en vehículo	Fuga de aceite	3	5	3	45	Revisar el nivel de aceite y el estado del tanque	
Válvula de control direccional	Trasladar aceite a los circuitos el sistema	Válvula no trasladada aceite	Desgaste de los bocines	Motor pierde potencia	3	8	3	72	Realizar mantenimiento de la válvula	
Refrigerador de aceite	Controlar la temperatura de funcionamiento del sistema	Fisura del refrigerador de aceite	Desgaste	Fuga de aceite	2	4	2	16	Revisión del estado del enfriador de aceite	
Motor hidráulico	Utilizar el flujo de aceite en movimiento rotatorio	El motor gira sin acoplar en la catalina	Desgaste del eje	La maquina no funciona	4	8	3	96	Revisión del motor	
Cilindro de cuchara	Transformar la presión hidráulica en energía mecánica, para el movimiento de la cuchara	Fuga de aceite	Desgaste de empaques	Pérdida de potencia y velocidad	4	5	5	100	Cambio de empaques	
Cilindro de elevador	Transformar la presión hidráulica en energía mecánica, para el movimiento de elevador	Degradación de los empaques por calor	Uso de material de sellado incorrecto	Compresión excesiva del embolo	4	4	4	64	Cambio de material de sellado	
								80,08		

SISTEMA DE FRENOS									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba de freno	Transformar la energía mecánica en el pedal del freno en energía hidráulica	Pérdida de presión	Desgaste de cilindro de la bomba	Avería en cañerías del sistema	4	8	5	160	Mantenimiento de la bomba
Válvula de freno	Controlar la presión hidráulica	Pérdida presión del sistema	Rotura de resorte de la válvula	Pérdida de presión en cilindro	2	7	4	56	Revisión y mantenimiento de la válvula
Discos	Disminuir la velocidad, mover el aire alrededor, transmitir su energía a la atmósfera	Desgaste del disco de freno	Debido a la fricción que desgasta el disco	Disco no frena en el momento indicado	5	7	4	140	Revisión periódica del disco de freno
Pedal de freno	Accionar el sistema de frenado	Pedal de freno bajo	Reguladores de pasta de frenos oxidadas	Errores en frenado exacto	4	4	3	48	Ajustar y limpiar frenos traseros
Mangueras	Trasladar el líquido de freno al sistema	Rotura de la manguera	Por la presión interna, y vida útil de elemento	Desgaste de los elementos del sistema	4	5	4	80	Revisar el estado de las mangueras
Engranajes planetarios	Transmitir par al conjunto de la rueda	Rotura de los dientes de los engranes	Fricción debido a la mala lubricación	La máquina no funciona	3	7	5	105	Revisar la calibración de la corona
Resortes	Regresar los pistones a su posición cuando la presión hidráulica baja	Rotura del resorte	Altas presiones de trabajo	Pistón no regresa a su posición original	3	5	2	30	Revisión periódica de resortes
									88,43

SISTEMA DE SUSPENSIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Amortiguadores	Atenuar vibraciones de la máquina	Fisura del amortiguador	Exceso de carga	Daño en otros sistemas de la máquina	4	7	3	84	Revisión del estado de los amortiguadores
Resortes	Absorber la energía cinética de las vibraciones de la máquina	Rotura	Ocasionado por vibración durante trabajo	Daño en otros sistemas de la máquina	4	7	3	84	Revisión periódica de resortes
Barra estabilizadora	Compensar las cargas durante las curvas	Rotura	Exceso de carga	Daño en otros sistemas de la máquina	4	7	5	140	No exceder la carga máxima recomendada por el fabricante
					102.67				

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba de inyección	Llevar el combustible a presión hacia el motor	Daño en sello de la bomba	Vida útil del elemento	El combustible no llega con la presión requerida a la cámara de combustión, paralización de la máquina	4	6	4	96	Realizar el cambio periódico de sello de la bomba
Bomba de alimentación	Enviar el combustible desde el tanque hacia la bomba de inyección	Obstrucción de la bomba	Acumulación de impurezas del combustible	El combustible no llega con la presión requerida a la cámara de combustión, paralización de la máquina	4	7	5	140	Mantenimiento de la bomba
Inyectores	Pulverizar el combustible para llenar la cámara de combustión	Obstrucción de inyectores	Acumulación de impurezas del combustible	No se realiza la combustión	4	6	3	72	Limpieza periódica de los inyectores
Filtro de combustible	Filtrar las impurezas lo mayor posible para evitar daños al motor	Taponamiento del filtro	Acumulación de impurezas del combustible	Máquina no enciende	5	6	3	90	Cambio de filtro en tiempo determinado
Tanque de combustible	Almacenar el combustible	Fisura del tanque	Golpes en la operación de la maquinaria	Fuga de combustible	3	7	4	84	Revisión de tanque de combustible
					96.40				

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Radiador	Disipar el calor al medio ambiente	Taponamiento del radiador	Obstrucción por partículas de polvo	Recalentamiento del radiador	5	7	4	140	Limpieza periódica del radiador
Ductos de refrigeración	Circular líquido refrigerante por el motor para eliminar el calor	Fluido refrigerante no fluye	Obstrucción en la cámara	Sobrecalentamiento en el motor	3	7	3	63	Revisión de los ductos de refrigeración
Ventilador	Suministrar aire a través del radiador	Daño en las aspas del ventilador	Golpes en Ventilador	No se disipa eficientemente el calor del motor	4	7	2	56	Inspección de las aspas del ventilador
Tapa de radiador	Incrementar el punto de ebullición del agua	Tapa no sella el radiador	Vida útil del radiador	No se disipa eficientemente el calor del motor	2	5	2	20	Inspección periódica del elemento
Termostato	Mantener una temperatura constante en refrigerante para óptimo funcionamiento del motor	Remordimiento del muelle	Muelle dañado	Sobrecalentamiento en el motor	5	7	4	140	Revisión del periódica muelle
Válvula de purga	Desechar el aire del sistema	Atascamiento	Obstrucción por polvo y residuos	Sobrecalentamiento en el motor	5	7	5	175	Limpieza de la válvula
Bomba de agua	Impulsar el líquido refrigerante por el motor mediante el intercambiador de calor	Rotura de los empaques	Fin de la vida útil	Fuga de agua	5	7	3	105	Cambio de empaques en tiempo determinado por el fabricante
								99,86	

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Válvula de escape	Permitir el escape de los gases de la combustión	Rotura de la válvula	Holgura entre válvula y el balancín	No se realiza el escape de los gases	2	7	3	42	Mantenimiento de la válvula de escape
Filtros	Filtrar impurezas, para que no ingresen al motor	Obstrucción del filtro	Acumulación de impurezas	Daños en cámara de combustión	4	8	5	160	Cambio de filtro en tiempo determinado por fabricante
Múltiple de escape	Repartir el aire equitativamente a los cilindros de combustión	Rotura del múltiple de escape	Deterioramiento ocasionado por los gases a altas temperaturas	Daño en el motor	2	7	3	42	Dar mantenimiento al sistema de admisión
					81,33				

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Balancín	Convertir el movimiento lineal en oscilatorio	Torcedura del balancín	Esfuerzo en los caballetes	Pérdida de potencia del motor	3	7	5	105	Realizar calibración continua
Válvulas	Controlar la admisión y escape de los gases de combustión	Desgaste de la válvula	Altas temperaturas en la combustión	Pérdida de potencia del motor	3	8	5	120	Mantenimiento de las válvulas continuamente
Varilla empujadora	Modificar el movimiento circular de la leva en movimiento rectilíneo, abriendo la válvula	Desgaste en los extremos de la varilla	Rayones en la varilla empujadora	Obstrucción de grasa hacia los cojinetes	3	7	4	84	Revisión de las varillas empujadoras
Árbol de levas	Mover una o más levas y se destina a distribuir movimientos que deben estar sincronizados	Vibración en el motor	Desgaste los codos de las levas	Pérdida de potencia del motor	2	7	3	42	Mantenimiento continuo del árbol de levas
					87,75				

SISTEMA DE MOTOR										
SUBSISTEMA MECÁNICO										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
					F	G	D	NPR		
Cárter	Almacenar de aceite para lubricación	Fisura del cárter	Vibración de la máquina	Fuga de aceite, ocasionando daño en los elementos del motor	3	8	4	96	Revisión periódica del cárter	
Block del motor	Alojar los cilindros de un motor de combustión interna así como los soportes de apoyo del cigüeñal	Fisura en el block	Vibración excesiva de la maquinaria	Paralización del vehículo	3	8	5	120	Revisión y limpieza del block	
Camisas	Posibilitar la circulación de agua en su vuelta, así como una fácil sustitución en caso de desgaste	Desgaste de las camisas	Exceso de temperatura en el interior del cilindro	Pérdida de potencia del motor	3	7	4	84	Mantenimiento de camisas del motor	
Cigüeñal	Convertir el movimiento lineal del pistón en giratorio	Desgaste del cigüeñal	Fricción excesiva	Pérdida de potencia del motor	3	7	5	105	Revisión y lubricación del cigüeñal	
Culata	Permitir el cierre de las cámaras de combustión.	Desgaste de la culata	Vibración en la maquinaria	Pérdida de potencia del motor, sonido de golpeteo	4	8	5	160	Revisión del estado de la culata	
Volante de inercia	Elemento totalmente pasivo que únicamente aporta al sistema una inercia adicional de modo que le permite almacenar energía cinética.	Desgaste del volante de inercia	Fricción excesiva del volante	Daño total del disco de embrague	2	8	7	112	Revisión y limpieza del volante de inercia	
Biela	Transmite el movimiento del pistón al cigüeñal	Torcedura de la biela	Falta de lubricación	Pérdida de potencia del motor, vibración excesiva	4	6	4	96	Mantenimiento del elemento	
Pistón	Transformar la energía liberada de la combustión al sistema de movimiento	Fundición de la cabeza del pistón	Exceso de temperatura en el motor	Pérdida de potencia del motor	3	8	6	144	Revisión y mantenimiento del pistón	
									114,63	

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Filtros	Detener impurezas en el aceite	Obstrucción del filtro	Impurezas en el aceite	Fricción excesiva y remordimiento en los elementos	5	5	3	75	Cambio de filtros en tiempo recomendado por el fabricante
Enfriador de aceite	Mantener la temperatura del aceite	Rotura del enfriador	Vibración de la máquina	Fuga de aceite en el motor	3	5	3	45	Mantenimiento periódica del enfriador del aceite
Bombas de aceite	Aspirar el aceite del cárter, para distribuirlo en el sistema de refrigeración	Desgaste del sello de la bomba	Fin de vida útil del elemento	Fugas de aceite	4	8	5	160	Cambio de sello en tiempo recomendado por el fabricante
								93,33	

Fuente: Autor

Tabla D2 Análisis AMFE para Retroexcavadoras

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SAN CRISTÓBAL DE PATATE										
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA										
MÁQUINAS:	RETROEXCAVADORA	ELABORADO POR	CRISTHIAN OÑATE	FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2017					
SISTEMA:	TREN DE RODAJE	REVISADO POR:	ING. MAURICIO CARRILLO	FECHA DE REVISIÓN:	26/06/2017					
SUBSISTEMA:	N/E	APROBADO POR:	ING. MAURICIO CARRILLO	JEFE DE TALLER:	SR. HÉCTOR NARANJO					
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFFECTO DE FALLO	VALORACIÓN					RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR		
Mando final	Reducir la velocidad proveniente de la transmisión, aumenta el torque, lo logra gracias a un conjunto de engranajes llamado conjunto planetario	Rotura de dientes de los engranes	Falta de lubricación del mando final	La maquinaria pierde potencia	3	8	5	120		Realizar lubricación en periodo establecido
Ejes de transmisión	Transmitir el movimiento de la caja de velocidades	Rotura del eje	Sobreesfuerzo de la maquina	Maquina inoperativa	2	7	4	56		Revisión del estado del eje
Bocines	Unir hacia la cadena del tren de rodaje	Desgaste del elemento	Fricción entre los elementos	Falta de transmisión de movimiento	4	6	5	120		Revisión periódica del estado del elemento
Cadenas y eslabones	Dar movimiento al tren de rodaje	Rotura del eslabón	Sobreesfuerzo en el tren de rodaje	La maquina se paraliza	3	7	4	84		Revisión periódica del estado del elemento
Pines	Unir eslabones	Desgaste del pin	Vida útil del elemento	La cadena pierde tensión y no cumple su función	4	7	4	112		Revisión periódica del estado del elemento
Ruedas guías	Guiar a la cadena	Desgaste de la rueda guía	Trabajo de la maquina	Sobreesfuerzo de la maquina	2	6	3	36		Dar lubricación y mantenimiento de uniones
									88	

SISTEMA HIDRÁULICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba hidráulica	Suministra presión para accionamiento del pistón	Rotura de los sellos de la bomba	Fin de la vida útil de los sellos	No se accionan los pistones	2	7	2	28	Cambio de sellos de la bomba en tiempo determinado
Cilindro de rotación	Aplicar presión solo por un extremo, con lo cual solo realiza trabajo en un sentido, cuando el aire que les ha hecho salir escapa, retroceden.	Deformación del vástago del cilindro	Exceso de temperatura en el interior del cilindro	No se puede accionar el brazo de la máquina	5	7	4	140	Revisión periódica de la válvula
Cilindro estabilizador	Aplicar presión solo por un extremo, con lo cual solo realiza trabajo en un sentido, cuando el aire que les ha hecho salir escapa, retroceden.	Deformación del vástago del cilindro	Exceso de temperatura en el interior del cilindro	No se puede accionar el brazo de la máquina	5	8	5	200	Revisión periódica del limitador de presión
Cilindro del cucharón	Aplicar presión solo por un extremo, con lo cual solo realiza trabajo en un sentido, cuando el aire que les ha hecho salir escapa, retroceden.	Deformación del vástago del cilindro	Exceso de temperatura en el interior del cilindro	No se puede accionar el brazo de la máquina	4	7	5	140	No trabajar con exceso de carga en la maquinaria
Cilindro de la pluma	Aplicar presión solo por un extremo, con lo cual solo realiza trabajo en un sentido, cuando el aire que les ha hecho salir escapa, retroceden.	Deformación del vástago del cilindro	Exceso de temperatura en el interior del cilindro	No se puede accionar el brazo de la máquina	4	7	4	112	No trabajar con exceso de carga en la maquinaria
Tanque de aceite	Garamitizar suministro de aceite	Fisura de tanque	Vibración en vehículo	Fuga de aceite	3	5	3	45	Revisar el nivel de aceite y el estado del tanque
Mangueras y acoples	Transportar de fluido a los diferentes elementos	Rotura de mangueras	Golpes en mangueras	Fuga de fluido de trabajo	5	7	2	70	Chequeo de las conexiones de las cañerías para verificar su estado
									105,00

SISTEMA DE CARGA									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Gatos Hidráulicos	Elevar cargas pesadas mediante el accionamiento de un motor eléctrico	Válvula de descarga dañada	Falta de lubricación	El gato no eleva la carga	4	8	4	128	Revisión periódica del gato hidráulico
Mangueras	Llevar el fluido hasta los cilindros del gato	Remordimiento del vástago	Falta de lubricación	El gato no eleva la carga	4	5	4	80	Revisión del estado de las mangueras
Acoples	Unir los elementos del gato hidráulico	Aislamiento de la rosca	Sobreesfuerzo de la maquina	Daño en el gato hidráulico	4	5	4	80	Revisión periódica del estado de las uniones
									96

SISTEMA DE DIRECCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Volante	Permitir el control del movimiento del vehículo	Desgaste de las válvulas elementos de conexión del volante	Vida operativa de los elementos del volante	No se puede direccionar al vehículo	3	6	1	18	Mantenimiento de elementos del motor
Cremalleras	Permitir el movimiento a los lados mediante una barra dentada	Desgaste de los dientes de la cremallera	Falta de lubricación en las cremalleras	No se puede direccionar al vehículo	4	7	5	140	Revisión de la lubricación y estado de los dientes de la cremallera
Columna de dirección	Transmitir la rotación del volante al engranaje de dirección	Desgaste de los cojinetes de bolas del eje	Vida operativa del elemento	No se puede direccionar al vehículo	2	6	2	24	Evitar sobreesfuerzos en la maquinaria
Rótulas	Permitir el movimiento en toda dirección (arriba, abajo y el giro de las ruedas) y es la unión entre el porta mango y los brazos de	Rotura	Produce fricción al pasar por baches	Fricción excesiva y remordimiento en los elementos	3	7	4	84	En lo posible evitar baches en el camino
Crucetas/ Uniones universales	Transmitir movimiento entre diferentes componentes	Desgaste del elemento	Falta de lubricación de las crucetas	El vehículo no se puede movilizar	4	7	4	112	Revisión de la lubricación de las crucetas
									75,6

SISTEMA ELÉCTRICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Batería	Almacenar energía química para encendido de maquinaria	Descarga de batería	Nivel de líquido de batería bajo	No enciende maquinaria	5	6	3	90	Revisión del líquido de batería
Alternador	Generar corriente alterna	No carga batería	Desgaste de carbones del alternador	La batería no se recarga	5	7	3	105	Revisión periódica del alternador
Relé	Accionar un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes	No controla la ganancia de energía	Recalentamiento del sistema	Componentes eléctricos del sistema se queman	6	8	4	192	Cambio de fusibles periódicamente
Panel de fusibles	Interrumpir el flujo de voltaje hacia alguno de los circuitos que se encuentre en riesgo de sufrir algún daño por corte o exceso de voltaje y amperaje	Sobrecarga en los elementos	Recalentamiento del regulador	Diferentes fallos en el sistema	4	7	4	112	Revisión de temperatura del alternador
Iluminación	Iluminar el área de trabajo	Focos quemados	Rozamiento por cables en mal estado	La máquina trabaja sin iluminación óptima	3	5	5	75	Revisión de conexiones eléctricas
Motor eléctrico de arranque	Proporcionar energía inicial para arrancar el motor	Desgaste del motor	Sobre esfuerzo del motor por parte del operario	Máquina no enciende	5	7	3	105	Revisión permanente del motor de arranque
									113,17

SISTEMA DE FRENOS										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
					F	G	D	NPR		
Bomba de freno	Transformar la energía mecánica en el pedal del freno en energía hidráulica	Pérdida de presión	Desgaste de cilindro de la bomba	Avería en cañerías del sistema	4	8	5	160	Mantenimiento de la bomba	
Válvula de freno	Controlar la presión hidráulica	Pérdida presión del sistema	Rotura de resorte de la válvula	Pérdida de presión en cilindro	2	7	4	56	Revisión y mantenimiento de la válvula	
Discos	Disminuir la velocidad, mover el aire alrededor, transmitir su energía a la atmósfera	Desgaste del disco de freno	Debido a la fricción que desgasta el disco	Disco no frena en el momento indicado	5	7	4	140	Revisión periódica del disco de freno	
Pedal de freno	Accionar el sistema de frenado	Pedal de freno bajo	Reguladores de pasta de frenos oxidadas	Errores en frenado exacto	4	4	4	64	Ajustar y limpiar frenos traseros	
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno al sistema	Rotura de la manguera	Por la presión interna, y vida útil de elemento	Desgaste de los elementos del sistema	4	5	4	80	Revisar el estado de las mangueras	
Freno de servicio	Accionar los discos de frenado para que la máquina se detenga	Bloqueo del freno de mano	Desgaste de las pastillas	La maquina se bloquea	3	7	5	105	Revisar la calibración de la corona	
Resortes	Regresar los pistones a su posición cuando la presión hidráulica baja	Rotura del resorte	Altas presiones de trabajo	Pistón no regresa a su posición original	3	5	2	30	Revisión periódica de resortes	
Freno de parqueo	Bloquear el totalmente el movimiento de la maquinaria	Atascamiento de freno de mano	Cable de freno dañado	No se acciona el freno de mano, no se puede inmovilizar la maquinaria	4	6	2	48,00	Revisión y mantenimiento de cable de freno de mano	
									85,38	

SISTEMA DE MOTOR										
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
					F	G	D	NPR		
Radiador	Dissipar el calor al medio ambiente	Taponamiento del radiador	Obstrucción por partículas de polvo	Recalentamiento del radiador	5	7	4	140	Limpieza periódica del radiador	
Ductos de refrigeración	Circular líquido refrigerante por el motor para eliminar el calor	Fuido refrigerante no fluye	Obstrucción en la cámara	Sobrecalentamiento en el motor	3	7	3	63	Revisión de los ductos de refrigeración	
Ventilador	Suministrar aire a través del radiador	Daño en las aspas del ventilador	Golpes en Ventilador	No se disipa eficientemente el calor del motor	4	7	2	56	Inspección de las aspas del ventilador	
Tapa de radiador	Incrementa el punto de ebullición del agua	Tapa no sella el radiador	Vida útil del radiador	No se disipa eficientemente el calor del motor	2	5	2	20	Inspección periódica del elemento	
Termostato	Mantener una temperatura constante en refrigerante para óptimo funcionamiento del motor	Remordimiento del muelle	Muelle dañado	Sobrecalentamiento en el motor	5	7	4	140	Revisión del periódica muelle	
Válvula de purga	Desechar el aire del sistema	Atascamiento	Obstrucción por polvo y residuos	Sobrecalentamiento en el motor	5	7	5	175	Limpieza de la válvula	
Bomba de agua	Impulsar el líquido refrigerante por el motor mediante el intercambiador de calor	Rotura de los empaques	Fin de la vida útil	Fuga de agua	5	7	3	105	Cambio de empaques en tiempo determinado por el fabricante	
								99,86		

SISTEMA DE MOTOR										
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
					F	G	D	NPR		
Bomba de inyección	Llevar el combustible a presión hacia el motor	Daño en sello de la bomba	Vida útil del elemento	El combustible no llega con la presión requerida a la cámara de combustión, paralización de la	4	6	4	96	Realizar el cambio periódico de sello de la bomba	
Bomba de alimentación	Enviar el combustible desde el tanque hacia la bomba de inyección	Obstrucción de la bomba	Acumulación de impurezas del combustible	El combustible no llega con la presión requerida a la cámara de combustión,	4	7	5	140	Mantenimiento de la bomba	
Inyectores	Pulverizar el combustible para llenar la cámara de combustión	Obstrucción de inyectores	Acumulación de impurezas del combustible	No se realiza la combustión	4	6	3	72	Limpieza periódica de los inyectores	
Filtro de combustible	Filtrar las impurezas lo mayor posible para evitar daños al motor	Taponamiento del filtro	Acumulación de impurezas del combustible	Máquina no enciende	5	6	3	90	Cambio de filtro en tiempo determinado	
Tanque de combustible	Almacenar el combustible	Fisura del tanque	Golpes en la operación de la maquinaria	Fuga de combustible	3	7	4	84	Revisión de tanque de combustible	
								96,40		

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Filtros	Detener impurezas en el aceite	Obstrucción del filtro	Impurezas en el aceite	Fricción excesiva y remordimiento en los elementos	5	5	3	75	Cambio de filtros en tiempo recomendado por el fabricante
Enfriador de aceite	Mantener la temperatura del aceite	Rotura del enfriador	Vibración de la máquina	Fuga de aceite en el motor	3	5	3	45	Mantenimiento periódica del enfriador del aceite
Bombas de aceite	Aspirar el aceite del Carter, para distribuirlo en el sistema de refrigeración	Desgaste del sello de la bomba	Fin de vida útil del elemento	Fugas de aceite	4	8	5	160	Cambio de sello en tiempo recomendado por el fabricante
									93,33

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Filtros	Detener impurezas en el aceite	Obstrucción del filtro	Impurezas en el aceite	Fricción excesiva y remordimiento en los elementos	5	5	3	75	Cambio de filtros en tiempo recomendado por el fabricante
Enfriador de aceite	Mantener la temperatura del aceite	Rotura del enfriador	Vibración de la máquina	Fuga de aceite en el motor	3	5	3	45	Mantenimiento periódica del enfriador del aceite
Bombas de aceite	Aspirar el aceite del Carter, para distribuirlo en el sistema de refrigeración	Desgaste del sello de la bomba	Fin de vida útil del elemento	Fugas de aceite	4	8	5	160	Cambio de sello en tiempo recomendado por el fabricante
									93,33

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA MECÁNICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Cárter	Depositar de aceite para lubricación	Fisura del cárter	Vibración de la máquina	Fuga de aceite, ocasionando daño en los elementos del motor	3	8	4	96	Revisión periódica del cárter
Block del motor	Alojar los cilindros de un motor de combustión interna así como los soportes de apoyo del cigüeñal	Fisura en el block	Vibración excesiva de la maquinaria	Paralización del vehículo	3	8	5	120	Revisión y limpieza del block
Camisas	Posibilitar la circulación de agua en su vuelta, así como una fácil sustitución en caso de desgaste, es un tubo cilíndrico colocado en el bloque del motor	Desgaste de las camisas	Exceso de temperatura en el interior del cilindro	Pérdida de potencia del motor	3	7	4	84	Mantenimiento de camisas del motor
Cigüeñal	Convertir el movimiento lineal del pistón en giratorio	Desgaste del cigüeñal	Fricción excesiva	Pérdida de potencia del motor	3	7	5	105	Revisión y lubricación del cigüeñal
Culata	Permitir el cierre de las cámaras de combustión.	Desgaste de la culata	Vibración en la maquinaria	Pérdida de potencia del motor, sonido de golpeo	4	8	5	160	Revisión del estado de la culata
Volante de inercia	Aportar al sistema una inercia adicional de modo que le permite almacenar energía cinética.	Desgaste del volante de inercia	Fricción excesiva del volante	Daño total del disco de embrague	2	8	7	112	Revisión y limpieza del volante de inercia
Bieles	Transmitir el movimiento del pistón al cigüeñal	Torcedura de la biela	Falta de lubricación	Pérdida de potencia del motor, vibración excesiva	4	6	4	96	Mantenimiento del elemento
Pistón	Transformar la energía liberada de la combustión al sistema de movimiento	Fundición de la cabeza del pistón	Exceso de temperatura en el motor	Pérdida de potencia del motor	3	8	6	144	Revisión y mantenimiento del pistón
								114.63	

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Turbocompresor	Es un sistema de sobrealimentación que usa una turbina centrífuga para accionar mediante un eje coaxial con ella, un compresor centrífugo para comprimir gases.	Daño a las aletas del turbo compresor	Desgaste de los bocines	Pérdida de potencia del motor	4	7	4	112	Revisión periódica del turbocompresor
Múltiple de admisión	Generar la mezcla y pulverización de la gasolina	Desgaste del múltiple de admisión	Vibración de la maquinaria	No se atomiza de forma adecuada la gasolina, pérdida de potencia del	3	7	5	105	Mantenimiento del sistema de admisión
Válvula de alivio	Aliviar la presión del turbocompresor	Desgaste del adaptador	Fricción excesiva del adaptador	Daño en el turbo compresor, por falta de escape de gases	5	7	5	175	Revisión del estado de la válvula de alivio
Filtros	Evitar el ingreso de partículas de polvo al motor	Filtro obstruido	Acumulación de polvo	Pérdida de potencia del motor	5	5	3	75	Cambio de filtros en tiempo recomendado por el fabricante
Mangueras	Trasladar el líquido refrigerante en el sistema	Rotura de la manguera	Por la presión interna, y vida útil de elemento	Desgaste de los elementos del sistema	4	5	4	80	Revisar el estado de las mangueras
								109,4	

Fuente: Autor

Tabla D3 Análisis AMFE para Volquetas

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SAN CRISTÓBAL DE PATATE										
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA										
MÁQUINAS:	VOLQUETAS	ELABORADO POR	CRISTHIAN OÑATE	FECHA DE ELABORACIÓN:						
SISTEMA:	DE TRANSMISIÓN	REVISADO POR:	ING. MAURICIO CARRILLO	FECHA DE REVISIÓN:						
SUBSISTEMA:	N/E	APROBADO POR:	ING. MAURICIO CARRILLO	JEFE DE TALLER:	SR. HÉCTOR NARANJO					
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFFECTO DE FALLO	VALORACIÓN					
					F	G	D	NPR		
Caja de cambios	Aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre cigüeñal y ruedas	Rotura de dientes de los engranes	Fricción entre engranes	La máquina no se moviliza	3	8	5	120		Verificar que la caja de cambios tenga una buena lubricación
Par cónico diferencial	Conservar la relación de velocidades que llevan las ruedas antes de tomar una curva	Rotura de los dientes de engranes de diferencial	Pérdida de potencia	Ruido excesivo al cambiar de marcha	3	5	4	60		Revisión del nivel de líquido lubricante
Juntas de transmisión	Acoplar de elementos de transmisión	Desgaste de la junta de transmisión	Fricción en disco de embrague	Poca facilidad para desembragar, ruido excesivo	3	5	4	60		Tener precaución al momento de embragar
Embrague	Conectar el motor al sistema de transmisión	Desgaste de los piñones de la caja	Falta de lubricación de caja de cambios	Difícil cambio de marcha	3	6	3	54		Verificar la lubricación en los elementos de transmisión
Bomba de dirección	Presurizar el fluido de la dirección hidráulica, enviar a la dirección permitiendo que el vehículo gire a la derecha o la izquierda	Bomba no funciona	Depósito de bomba vacío	No se acciona el giro	3	7	3	63		Mantenimiento programado de la bomba
									71,4	

SISTEMA HIDRÁULICO

COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba hidráulica de engranajes	Suministrar presión para accionamiento del pistón	Rotura de los sellos de la bomba	Fin de la vida útil de los sellos	No se accionan los pistones	2	7	2	28	Cambio de sellos de la bomba en tiempo determinado
Válvula de 2/2 de palanca	Cambiar de posición a otra mediante palanca, permitiendo el paso o bloqueando el paso de líquido hidráulico	Remordimiento de la válvula	Desgaste de resortes de la válvula	No se puede realizar el cambio de posición de la válvula	6	7	4	168	Revisión periódica de la válvula
Limitador de presión	Evitar sobrepresiones en el sistema	Rotura de tuberías	Presión elevada en el sistema	Pérdida de presión en el sistema por fugas	3	5	3	45	Revisión periódica del limitador de presión
Cilindro simple efecto	Aplicar presión solo por un extremo, con lo cual solo realiza trabajo en un sentido, cuando el aire que les ha hecho salir escapa, retroceden.	Deformación del vástago del cilindro	Exceso de temperatura en el interior del cilindro	Pérdida de presión en el cilindro	4	7	5	140	No trabajar con exceso de carga en la maquinaria
Filtros	Filtrar agentes contaminantes en el fluido	Taponamiento	Polvo, basura, etc.	Falta de lubricación en los elementos del motor	5	5	3	75	Cambio de filtro en tiempo determinado
Tanque de aceite	Garantizar suministro de aceite	Fisura de tanque	Vibración en vehículo	Fuga de aceite	3	5	3	45	Revisar el nivel de aceite y el estado del tanque
Mangueras	Transportar de fluido a los diferentes elementos	Rotura de mangueras	Golpes en mangueras	Fuga de fluido de trabajo	5	7	2	70	Chequeo de las conexiones de las cañerías para verificar su estado
81,57									

SISTEMA ELÉCTRICO										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN					RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR		
Batería	Almacenar energía química para encendido de maquinaria	Descarga de batería	Nivel de líquido de batería bajo	No enciende maquinaria	5	6	3		90	Revisión del líquido de batería
Alternador	Generar corriente alterna	No carga batería	Desgaste de carbones del alternador	La batería no se recarga	5	7	3		105	Revisión periódica del alternador
Relé	Accionar un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes	No controla la ganancia de energía	Recalentamiento del sistema	Componentes eléctricos del sistema se queman					192	Cambio de fusibles periódicamente
Panel de fusibles	Interrumpir el flujo de voltaje hacia alguno de los circuitos que se encuentre en riesgo de sufrir algún daño por corte o exceso de voltaje y amperaje	Sobrecarga en los elementos	Recalentamiento del regulador	Diferentes fallos en el sistema	4	7	4		112	Revisión de temperatura del alternador
Iluminación	Iluminar el área de trabajo	Focos quemados	Rozamiento por cables en mal estado	La máquina trabaja sin iluminación óptima	3	5	5		75	Revisión de conexiones eléctricas
Motor eléctrico de arranque	Proporcionar energía inicial para arrancar el motor	Desgaste del motor	Sobre esfuerzo del motor por parte del operario	Máquina no enciende	5	7	3		105	Revisión permanente del motor de arranque
										113,17

SISTEMA DE FRENSOS									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba de freno	Transformar la energía mecánica en el pedal del freno en energía hidráulica	Pérdida de presión	Desgaste de cilindro de la bomba	Avería en cañerías del sistema	4	8	5	160	Mantenimiento de la bomba
Válvula de freno	Controlar la presión hidráulica	Pérdida presión del sistema	Rotura de resorte de la válvula	Pérdida de presión en cilindro	2	7	4	56	Revisión y mantenimiento de la válvula
Discos	Disminuir la velocidad, mover el aire alrededor, transmitir su energía a la atmósfera	Desgaste del disco de freno	Debido a la fricción que desgasta el disco	Disco no frena en el momento indicado	5	7	4	140	Revisión periódica del disco de freno
Pedal de freno	Accionar el sistema de frenado	Pedal de freno bajo	Reguladores de pasta de frenos oxidadas	Errores en frenado exacto	4	4	4	64	Ajustar y limpiar frenos traseros
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno al sistema	Rotura de la manguera	Por la presión interna, y vida útil de elemento	Desgaste de los elementos del sistema	4	5	4	80	Revisar el estado de las mangueras
Freno de servicio	Accionar los discos de frenado para que la máquina se detenga	Bloqueo del freno de mano	Desgaste de las pastillas	La maquina se bloquea	3	7	5	105	Revisar la calibración de la corona
Resortes	Regresar los pistones a su posición cuando la presión hidráulica baja	Rotura del resorte	Altas presiones de trabajo	Pistón no regresa a su posición original	3	5	2	30	Revisión periódica de resortes
Freno de parqueo	Bloquear el totalmente el movimiento de la maquinaria	Atascamiento de freno de mano	Cable de freno dañado	No se acciona el freno de mano, no se puede inmovilizar la maquinaria	4	6	2	48,00	Revisión y mantenimiento de cable de freno de mano
									85,38

SISTEMA DE DIRECCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Volante	Permitir el control del movimiento del vehículo	Desgaste de las válvulas elementos de conexión del volante	Vida operativa de los elementos del volante	No se puede direccionar al vehículo	3	6	1	18	Mantenimiento de elementos del motor
Cremalleras	Permitir el movimiento a los lados mediante una barra dentada	Desgaste de los dientes de la cremallera	Falta de lubricación en las cremalleras	No se puede direccionar al vehículo	4	7	5	140	Revisión de la lubricación y estado de los dientes de la cremallera
Columna de dirección	Transmitir la rotación del volante al engranaje de dirección	Desgaste de los cojinetes de bolas del eje	Vida operativa del elemento	No se puede direccionar al vehículo	2	6	2	24	Evitar sobreesfuerzos en la maquinaria
Rótulas	Permitir el movimiento en toda dirección (arriba, abajo y el giro de las ruedas) y es la unión entre el porta mango y los brazos de	Rotura	Produce fricción al pasar por baches	Fricción excesiva y remordimiento en los elementos	3	7	4	84	En lo posible evitar baches en el camino
Crucetas/ Uniones universales	Transmitir movimiento entre diferentes componentes	Desgaste del elemento	Falta de lubricación de las crucetas	El vehículo no se puede movilizar	4	7	4	112	Revisión de la lubricación de las crucetas
					75,6				

SISTEMA DE SUSPENSIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Amortiguadores	Atenuar vibraciones de la máquina	Fisura del amortiguador	Exceso de carga	Daño en otros sistemas de la máquina	4	7	3	84	Revisión del estado de los amortiguadores
Resortes	Absorber la energía cinética de las vibraciones de la máquina	Rotura	Ocasionado por vibración durante trabajo	Daño en otros sistemas de la máquina	4	7	3	84	Revisión periódica de resortes
Barra estabilizadora	Compensar las cargas durante las curvas	Rotura	Exceso de carga	Daño en otros sistemas de la máquina	4	7	5	140	No exceder la carga máxima recomendada por el fabricante
					102,67				

SISTEMA DE MOTOR										
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
					F	G	D	NPR		
Radiador	Disipar el calor al medio ambiente	Taponamiento del radiador	Obstrucción por partículas de polvo	Recalentamiento del radiador	5	7	4	140	Limpieza periódica del radiador	
Ductos de refrigeración	Circula líquido refrigerante por el motor para eliminar el calor	Fluido refrigerante no fluye	Obstrucción en la cámara	Sobrecalentamiento en el motor	3	7	3	63	Revisión de los ductos de refrigeración	
Ventilador	Suministrar aire a través del radiador	Daño en las aspas del ventilador	Golpes en Ventilador	No se disipa eficientemente el calor del motor	4	7	2	56	Inspección de las aspas del ventilador	
Tapa de radiador	Incrementa el punto de ebullición del agua	Tapa no sella el radiador	Vida útil del radiador	No se disipa eficientemente el calor del motor	2	5	2	20	Inspección periódica del elemento	
Termostato	Mantiene una temperatura constante en refrigerante para óptimo funcionamiento del motor	Remordimiento del muelle	Muelle dañado	Sobrecalentamiento en el motor	5	7	4	140	Revisión del periódica muelle	
Válvula de purga	Desecha el aire del sistema	Atascamiento	Obstrucción por polvo y residuos	Sobrecalentamiento en el motor	5	7	5	175	Limpieza de la válvula	
Bomba de agua	Impulsa el líquido refrigerante por el motor mediante el intercambiador de calor	Rotura de los empaques	Fin de la vida útil	Fuga de agua	5	7	3	105	Cambio de empaques en tiempo determinado por el fabricante	
								99,86		

SISTEMA DE MOTOR

SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN					RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR		
Bomba de inyección	Llevar el combustible a presión hacia el motor	Daño en sello de la bomba	Vida útil del elemento	El combustible no llega con la presión requerida a la cámara de combustión.	4	6	4	96		Realizar el cambio periódico de sello de la bomba
Bomba de alimentación	Enviar el combustible desde el tanque hacia la bomba de inyección	Obstrucción de la bomba	Acumulación de impurezas del combustible	El combustible no llega con la presión requerida a la cámara de combustión.	4	7	5	140		Mantenimiento de la bomba
Inyectores	Pulverizar el combustible para llenar la cámara de combustión	Obstrucción de inyectores	Acumulación de impurezas del combustible	No se realiza la combustión	4	6	3	72		Limpieza periódica de los inyectores
Filtro de combustible	Filtrar las impurezas lo mayor posible para evitar daños al motor	Taponamiento del filtro	Acumulación de impurezas del combustible	Máquina no enciende	5	6	3	90		Cambio de filtro en tiempo determinado
Tanque de combustible	Almacenar el combustible	Fisura del tanque	Golpes en la operación de la maquinaria	Fuga de combustible	3	7	4	84		Revisión de tanque de combustible
									96,40	

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN			RECOMENDACIÓN	NPR
					F	G	D		
Balancín	Empujar hacia abajo las válvulas de admisión y escape para que se abran	Torcedura del balancín	Esfuerzo en los caballetes	Pérdida de potencia del motor	3	7	5	Realizar calibración continua	105
Válvulas	Controlar la admisión y escape de los gases de combustión	Desgaste de la válvula	Altas temperaturas en la combustión	Pérdida de potencia del motor	3	8	5	Mantenimiento de las válvulas continuamente	120
Varilla empujadora	Modificar el movimiento circular de la leva en movimiento rectilíneo, abriendo la válvula	Desgaste en los extremos de la varilla	Rayones en la varilla empujadora	Obstrucción de grasa hacia los cojinetes	3	7	4	Revisión de las varillas empujadoras	84
Árbol de levas	Mover una o más levas y se destina a distribuir movimientos que deben estar sincronizados	Vibración en el motor	Desgaste los codos de las levas	Pérdida de potencia del motor	2	7	3	Mantenimiento continuo del árbol de levas	42
									87,75

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN			RECOMENDACIÓN	NPR
					F	G	D		
Filtros	Detener impurezas en el aceite	Obstrucción del filtro	Impurezas en el aceite	Fricción excesiva y remordimiento en los elementos	5	5	3	Cambio de filtros en tiempo recomendado por el fabricante	75
Enfriador de aceite	Mantener la temperatura del aceite	Rotura del enfriador	Vibración de la máquina	Fuga de aceite en el motor	3	5	3	Mantenimiento periódica del enfriador del aceite	45
Bombas de aceite	Aspirar el aceite del Carter, para distribuirlo en el sistema de refrigeración	Desgasteamiento del sello de la bomba	Fin de vida útil del elemento	Fugas de aceite	4	8	5	Cambio de sello en tiempo recomendado por el fabricante	160
									93,33

SISTEMA DE MOTOR										
SUBSISTEMA MECÁNICO										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN					RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR		
Cárter	Depositar de aceite para lubricación	Fisura del cárter	Vibración de la máquina	Fuga de aceite, ocasionando daño en los elementos del motor	3	8	4	96		Revisión periódica del cárter
Block del motor	Alojar los cilindros de un motor de combustión interna así como los soportes de apoyo del cigüeñal	Fisura en el block	Vibración excesiva de la maquinaria	Paralización del vehículo	3	8	5	120		Revisión y limpieza del block
Camisas	Posibilitar la circulación de agua en su vuelta, así como una fácil sustitución en caso de desgaste, es un tubo cilíndrico colocado en el bloque del motor	Desgaste de las camisas	Exceso de temperatura en el interior del cilindro	Pérdida de potencia del motor	3	7	4	84		Mantenimiento de camisas del motor
Cigüeñal	Convertir el movimiento lineal del pistón en giratorio	Desgaste del cigüeñal	Fricción excesiva	Pérdida de potencia del motor	3	7	5	105		Revisión y lubricación del cigüeñal
Culata	Permitir el cierre de las cámaras de combustión.	Desgaste de la culata	Vibración en la maquinaria	Pérdida de potencia del motor, sonido de golpeo	4	8	5	160		Revisión del estado de la culata
Volante de inercia	Aportar al sistema una inercia adicional de modo que le permite almacenar energía cinética.	Desgaste del volante de inercia	Fricción excesiva del volante	Daño total del disco de embrague	2	8	7	112		Revisión y limpieza del volante de inercia
Biela	Transmitir el movimiento del pistón al cigüeñal	Torcedura de la biela	Falta de lubricación	Pérdida de potencia del motor, vibración excesiva	4	6	4	96		Mantenimiento del elemento
Pistón	Transformar la energía liberada de la combustión al sistema de movimiento	Fundición de la cabeza del pistón	Exceso de temperatura en el motor	Pérdida de potencia del motor	3	8	6	144		Revisión y mantenimiento del pistón
									114.63	

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Turbocompresor	Es un sistema de sobrealimentación que usa una turbina centrífuga para accionar mediante un eje coaxial con ella, un compresor centrífugo para comprimir gases.	Daño a las aletas del turbo compresor	Desgaste de los bocines	Pérdida de potencia del motor	4	7	4	112	Revisión periódica del turbocompresor
Múltiple de admisión	Generar la mezcla y pulverización de la gasolina	Desgaste del múltiple de admisión	Vibración de la maquinaria	No se atomiza de forma adecuada la gasolina, pérdida de potencia del motor	3	7	5	105	Mantenimiento del sistema de admisión
Válvula de alivio	Aliviar la presión del turbocompresor	Desgaste del adaptador	Fricción excesiva del adaptador	Daño en el turbo compresor, por falta de escape de gases	5	7	5	175	Revisión del estado de la válvula de alivio
Filtros	Evitar el ingreso de partículas de polvo al motor	Filtro obstruido	Acumulación de polvo	Pérdida de potencia del motor	5	5	3	75	Cambio de filtros en tiempo recomendado por el fabricante
Mangueras	Trasladar el líquido refrigerante en el sistema	Rotura de la manguera	Por la presión interna, y vía útil de elemento	Desgaste de los elementos del sistema	4	5	4	80	Revisar el estado de las mangueras
								109,4	

Fuente: Autor

Tabla D4 Análisis AMFE para Motoniveladoras

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SAN CRISTÓBAL DE PATATE										
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA										
MÁQUINAS:	MOTONIVELADORA	ELABORADO POR	CRISTHIAN OÑATE	FECHA DE ELABORACIÓN:						
SISTEMA:	DE TRANSMISIÓN	REVISADO POR:	ING. MAURICIO CARRILLO	FECHA DE REVISIÓN:						
SUBSISTEMA:	N/E	APROBADO POR:	ING. MAURICIO CARRILLO	JEFE TALLER:	SR. HÉCTOR NARANJO					
FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE		FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFFECTO DE FALLO	VALORACIÓN					
					F	G	D	NPR		
Corona	Transmitir movimiento a todo el sistema	La corona causa vibración	Desgaste de los rullmanes	Rotura de la corona, la máquina se paraliza	3	8	5	120		Verificar lubricación de la corona
Ejes planetarios	Conectar en uno o mas engranajes externos que giran sobre un engranaje central	Rotura de engranes planetarios	Sobre esfuerzo y desgaste	La máquina se paraliza	2	7	4	56		Revisión del estado de los ejes planetarios
Caja de velocidades	Aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre cigüeñal y ruedas	Rotura de dientes de los engranes	Fricción entre engranes	La máquina no se moviliza	3	8	5	120		Verificar que la caja de cambios tenga una buena lubricación
Par cónico diferencial	Conservar la relación de velocidades que llevan las ruedas antes de tomar una curva	Rotura de los dientes de engranes de diferencial	Pérdida de potencia	Ruido excesivo al cambiar de marcha	3	5	4	60		Revisión del nivel de líquido lubricante
Servo transmisor	Controlar la potencia generada en el motor a través del volante al eje de mando, obtención de uniformidad en el cambio automático de marchas	Daño en los discos	Desgaste por la vida útil	La maquinaria no se moviliza						Verificar la lubricación en los elementos de transmisión
Embrague	Conectar el motor al sistema de transmisión	Desgaste de los piñones de la caja	Falta de lubricación de caja de cambios	Difícil cambio de marcha	3	6	3	54		Verificar la lubricación en los elementos de transmisión
									91,67	

SISTEMA HIDRÁULICO										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
					F	G	D	NPR		
Bomba hidráulica de engranajes	Suministrar presión para accionamiento del pistón	Rotura de los sellos de la bomba	Fin de la vida útil de los sellos	No se accionan los pistones	2	7	2	28	Cambio de sellos de la bomba en tiempo determinado	
Motor hidráulico	Convertir presión hidráulica y flujo en un par de torsión y un desplazamiento angular.	Engranajes no acoplan	Desgaste de los engranes	La máquina no se moviliza	5	7	5	175	Revisión periódica de la válvula	
Cilindro simple efecto	Aplicar presión solo por un extremo, con lo cual solo realiza trabajo en un sentido, cuando el aire que les ha hecho salir escapa, retroceden.	Deformación del vástago del cilindro	Exceso de temperatura en el interior del cilindro	Pérdida de presión en el cilindro	4	7	5	140	No trabajar con exceso de carga en la maquinaria	
Filtros	Filtrar agentes contaminantes en el fluido	Taponamiento	Polvo, basura, etc.	Falta de lubricación en los elementos del motor	5	5	3	75	Cambio de filtro en tiempo determinado	
Tanque de aceite	Garantizar suministro de aceite	Fisura de tanque	Vibración en vehículo	Fuga de aceite	3	5	3	45	Revisar el nivel de aceite y el estado del tanque	
Mangueras	Transportar de fluido a los diferentes elementos	Rotura de mangueras	Golpes en mangueras	Fuga de fluido de trabajo	5	7	2	70	Chequeo de las conexiones de las cañerías para verificar su	
									88,83	

SISTEMA DE FRENOS										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
					F	G	D	NPR		
Bomba de freno	Transformar la energía mecánica en el pedal del freno en energía hidráulica	Pérdida de presión	Desgaste de cilindro de la bomba	Avería en cañerías del sistema	4	8	5	160	Mantenimiento de la bomba	
Válvula de freno	Controlar la presión hidráulica	Pérdida presión del sistema	Rotura de resorte de la válvula	Pérdida de presión en cilindro	2	7	4	56	Revisión y mantenimiento de la válvula	
Discos	Disminuir la velocidad, mueve el aire alrededor, transmitiendo su energía al ambiente	Desgaste del disco de freno	Debido a la fricción que desgasta el disco	Disco no frena en el momento indicado	5	7	4	140	Revisión periódica del disco de freno	
Pedal de freno	Accionar el sistema de frenado	Pedal de freno bajo	Reguladores de pasta de frenos oxidadas	Errores en frenado exacto	4	5	4	80	Ajustar y limpiar frenos traseros	
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno al sistema	Rotura de la manguera	Por la presión interna, y vida útil de elemento	Desgaste de los elementos del sistema	4	5	4	80	Revisar el estado de las mangueras	
Engranajes planetarios	Transmitir par al conjunto de la rueda	Rotura de los dientes de los engranes	Fricción debido a la mala lubricación	La maquina no funciona	3	7	5	105	Revisar la calibración de la corona	
Resortes	Regresar los pistones a su posición cuando la presión hidráulica baja	Rotura del resorte	Altas presiones de trabajo	Pistón no regresa a su posición original	3	5	2	30	Revisión periódica de resortes	
Freno de parqueo	Bloquear el totalmente el movimiento de la maquinaria	Atascamiento de freno de mano	Cable de freno dañado	No se acciona el freno de mano, no se puede inmovilizar la maquinaria	4	6	2	48,00	Revisión y mantenimiento de cable de freno de mano	
									87,38	

SISTEMA ELÉCTRICO

COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Batería	Almacenar energía química para encendido de maquinaria	Descarga de batería	Nivel de líquido de batería bajo	No enciende maquinaria	5	6	3	90	Revisión del líquido de batería
Alternador	Generar corriente alterna por medio de campo magnético	No carga batería	Desgaste de carbones del alternador	La batería no se recarga	5	7	3	105	Revisión periódica del alternador
Relé	Accionar un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes, funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán,	No controla la ganancia de energía	Recalentamiento del sistema	Componentes eléctricos del sistema se queman	6	8	4	192	Cambio de fusibles periódicamente
Iluminación	Iluminar el área de trabajo	Focos quemados	Rozamiento por cables en mal estado	La máquina trabaja sin iluminación óptima	3	5	5	75	Revisión de conexiones eléctricas
Motor eléctrico de arranque	Proporcionar energía inicial para arrancar el motor	Generación de carbonilla en los circuitos internos	Suciedad en el interior de motor	Motor no arranca	5	7	3	105	Limpieza y revisión del motor
								113,40	

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba de inyección	Llevar el combustible a presión hacia el motor	Daño en sello de la bomba	Vida útil del elemento	El combustible no llega con la presión requerida a la cámara de combustión, paralización de la máquina	4	6	4	96	Realizar el cambio periódico de sello de la bomba
Bomba de alimentación	Enviar el combustible desde el tanque hacia la bomba de inyección	Obstrucción de la bomba	Acumulación de impurezas del combustible	El combustible no llega con la presión requerida a la cámara de combustión, paralización de la máquina	4	7	5	140	Mantenimiento de la bomba
Inyectores	Pulverizar el combustible para llenar la cámara de combustión	Obstrucción de inyectores	Acumulación de impurezas del combustible	No se realiza la combustión	4	6	3	72	Limpieza periódica de los inyectores
Filtro de combustible	Filtrar las impurezas lo mayor posible para evitar daños al motor	Taponamiento del filtro	Acumulación de impurezas del combustible	Máquina no enciende	5	6	3	90	Cambio de filtro en tiempo determinado
Tanque de combustible	Almacenar el combustible	Fisura del tanque	Golpes en la operación de la maquinaria	Fuga de combustible	3	7	4	84	Revisión de tanque de combustible
								96,40	

SISTEMA DE MOTOR									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Filtros	Detener impurezas en el aceite	Obstrucción del filtro	Impurezas en el aceite	Fricción excesiva y remordimiento en los elementos	5	5	3	75	Cambio de filtros en tiempo recomendado por el fabricante
Enfriador de aceite	Mantener la temperatura del aceite	Rotura del enfriador	Vibración de la máquina	Fuga de aceite en el motor	3	5	3	45	Mantenimiento periódica del enfriador del aceite
Bombas de aceite	Aspirar el aceite del cárter, para distribuirlo en el sistema de refrigeración	Desgaste del sello de la bomba	Fin de vida útil del elemento	Fugas de aceite	4	8	5	160	Cambio de sello en tiempo recomendado por el fabricante
									93.33

SISTEMA DEL MOTOR									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Balancín	Convertir el movimiento lineal en oscilatorio	Torcedura del balancín	Esfuerzo en los caballetes	Pérdida de potencia del motor	3	7	5	105	Realizar calibración continua
Válvulas	Controlar la admisión y escape de los gases de combustión	Desgaste de la válvula	Altas temperaturas en la combustión	Pérdida de potencia del motor	3	6	4	72	Mantenimiento de las válvulas continuamente
Varilla empujadora	Modificar el movimiento circular de la leva en movimiento rectilíneo, abriendo la válvula	Desgaste en los extremos de la varilla	Rayones en la varilla empujadora	Obstrucción de grasa hacia los cojinetes	3	7	5	105	Revisión de las varillas empujadoras
Árbol de levas	Mover una o más levas y se destina a distribuir movimientos que deben estar sincronizados	Vibración en el motor	Desgaste los codos de las levas	Pérdida de potencia del motor	2	7	3	42	Mantenimiento continuo del árbol de levas
									81

SISTEMA DE MOTOR										
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
					F	G	D	NPR		
Radiador	Disipar el calor al medio ambiente	Taponamiento del radiador	Obstrucción por partículas de polvo	Recalentamiento del radiador	5	7	4	140	Limpieza periódica del radiador	
Ductos de refrigeración	Circular líquido refrigerante por el motor para eliminar el calor	Ruido refrigerante no fluye	Obstrucción en la cámara	Sobrecalentamiento en el motor	3	7	3	63	Revisión de los ductos de refrigeración	
Ventilador	Suministrar aire a través del radiador	Daño en las aspas del ventilador	Golpes en Ventilador	No se disipa eficientemente el calor del motor	4	7	2	56	Inspección de las aspas del ventilador	
Tapa de radiador	Incrementar el punto de ebullición del agua	Tapa no sella el radiador	Vida útil del radiador	No se disipa eficientemente el calor del motor	2	5	2	20	Inspección periódica del elemento	
Termostato	Mantener una temperatura constante en refrigerante para óptimo funcionamiento del motor	Remordimiento del muelle	Muelle dañado	Sobrecalentamiento en el motor	5	7	4	140	Revisión del periódica muelle	
Válvula de purga	Desechar el aire del sistema	Atascamiento	Obstrucción por polvo y residuos	Sobrecalentamiento en el motor	5	7	5	175	Limpieza de la válvula	
Bomba de agua	Impulsar el líquido refrigerante por el motor mediante el intercambiador de calor	Rotura de los empaques	Fin de la vida útil	Fuga de agua	5	7	3	105	Cambio de empaques en tiempo determinado por el fabricante	
								99,86		

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA MECÁNICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Cárter	Almacenar de aceite para lubricación	Fisura del cárter	Vibración de la máquina	Fuga de aceite, ocasionando daño en los elementos del motor	3	8	4	96	Revisión periódica del cárter
Block del motor	Alojar los cilindros de un motor de combustión interna así como los soportes de apoyo del cigüeñal	Fisura en el block	Vibración excesiva de la maquinaria	Paralización del vehículo	3	8	5	120	Revisión y limpieza del block
Camisas	Posibilitar la circulación de agua en su vuelta, así como una fácil sustitución en caso de desgaste, es un tubo cilíndrico colocado en el bloque del motor	Desgaste de las camisas	Exceso de temperatura en el interior del cilindro	Pérdida de potencia del motor	3	7	4	84	Mantenimiento de camisas del motor
Cigüeñal	Convertir el movimiento lineal del pistón en giratorio	Desgaste del cigüeñal	Fricción excesiva	Pérdida de potencia del motor	3	7	5	105	Revisión y lubricación del cigüeñal
Culata	Permitir el cerrar las cámaras de combustión.	Desgaste de la culata	Desgaste por la vida útil	Pérdida de potencia del motor, sonido de golpeteo	4	7	5	140	Revisión del estado de la culata
Volante de inercia	Aportar al sistema una inercia adicional de modo que le permite almacenar energía cinética.	Desgaste del volante de inercia	Fricción excesiva del volante	Daño total del disco de embrague	3	8	5	120	Revisión y limpieza del volante de inercia
Bieleta	Transmitir el movimiento del pistón al cigüeñal	Torcedura de la bieleta	Falta de lubricación	Pérdida de potencia del motor, vibración excesiva	4	6	4	96	Mantenimiento del elemento
Pistón	Transformar la energía liberada de la combustión al sistema de movimiento	Fundición de la cabeza del pistón	Exceso de temperatura en el motor	Pérdida de potencia del motor	3	8	5	120	Revisión y mantenimiento del pistón
									110,13

SISTEMA DE MOTOR										
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN					RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR		
Turbocompresor	Es un sistema de sobrealimentación que usa una turbina centrífuga para accionar mediante un eje coaxial con ella, un compresor centrífugo para comprimir gases.	Desgaste del carrete del turbo	Desgaste de los bocanés	Pérdida de potencia del motor	4	7	4	112		Revisión periódica del turbocompresor
Múltiple de admisión	Mezclar atomización de la gasolina	Desgaste del múltiple de admisión	Vibración de la maquinaria	No se atomiza de forma adecuada la gasolina, pérdida de potencia del motor	3	7	5	105		Mantenimiento del sistema de admisión
Válvula de alivio	Aliviar la presión del turbocompresor	Desgaste del adaptador	Fricción excesiva del adaptador	Daño en el turbo compresor, por falta de escape de gases	5	7	5	175		Revisión del estado de la válvula de alivio
Filtros	Evitar el ingreso de partículas de polvo al motor	Filtro obstruido	Acumulación de polvo	Pérdida de potencia del motor	5	5	3	75		Cambio de filtros en tiempo recomendado por el fabricante
Mangueras	Transferir el líquido refrigerante en el sistema	Rotura de la manguera	Por la presión interna, y vida útil de elemento	Desgaste de los elementos del sistema	4	5	4	80		Revisar el estado de las mangueras
								109,4		

Fuente: Autor

Tabla D5 Análisis AMFE para Tractores

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SAN CRISTÓBAL DE PATATE											
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA											
MÁQUINAS:	TRACTORES	ELABORADO POR	CRISTHIAN ONATE	FECHA DE LA ELABORACIÓN:							
SISTEMA:	TREN DE RODAJE	REVISADO POR:	ING. MAURICIO CARRILLO	FECHA DE REVISIÓN:							
SUBSISTEMA:	N/E	APROBADO POR:	ING. MAURICIO CARRILLO	JEFE DE TALLER:	SR. HÉCTOR NARANJO						
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFFECTO DE FALLO	VALORACIÓN			RECOMENDACIÓN			
					F	G	D	NPR			
Caja de velocidades	Aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre cigüeñal y ruedas	Rotura de dientes de los engranes	Fricción entre engranes	La máquina no se moviliza	3	8	5	120	Realizar lubricación en periodo establecido		
Ejes de transmisión	Transmitir el movimiento de la caja de velocidades	Rotura del eje	Sobreesfuerzo de la máquina	Maquina inoperativa	2	7	4	56	Revisión del estado del eje		
Bocines	Unir hacia la cadena del tren de rodaje	Desgaste del elemento	Fricción entre los elementos	Falta de transmisión de movimiento	4	6	5	120	Revisión periódica del estado del elemento		
Cadenas y eslabones	Dar movimiento al tren de rodaje	Rotura del eslabón	Sobreesfuerzo en el tren de rodaje	La maquina se paraliza	3	7	4	84	Revisión periódica del estado del elemento		
Pines	Unir eslabones y componentes de transmisión	Desgaste del pin	Vida útil del elemento	La cadena pierde tensión y no cumple su función	4	7	4	112	Revisión periódica del estado del elemento		
Ruedas guías	Guiar para la cadena	Desgaste de la rueda guía	Trabajo de la maquina	Sobreesfuerzo de la maquina	2	6	3	36	Dar lubricación y mantenimiento de uniones		
									88		

SISTEMA DE CARGA									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN			RECOMENDACIÓN	
					F	G	D		NPR
Gatos Hidráulicos	Elevar cargas pesadas mediante el accionamiento de un motor eléctrico	Válvula de descarga dañada	Falta de lubricación	El gato no eleva la carga	4	8	4	Revisión periódica del gato hidráulico	128
Mangueras	Llevar el fluido hasta los cilindros del gato	Remordimiento del vástago	Falta de lubricación	El gato no eleva la carga	4	5	4	Revisión del estado de las mangueras	80
Acoples	Unir elementos del gato hidráulico	Aislamiento de la rosca	Sobreesfuerzo de la maquina	Daño en el gato hidráulico	4	5	4	Revisión periódica del estado de las uniones	80
								96	

SISTEMA HIDRÁULICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN			RECOMENDACIÓN	
					F	G	D		NPR
Bomba hidráulica de engranajes	Suministrar presión para accionamiento del pistón	Rotura de los sellos de la bomba	Fin de la vida útil de los sellos	No se accionan los pistones	2	7	2	Cambio de sellos de la bomba en tiempo determinado	28
Válvula de 2/2 de palanca	Cambiar de posición a otra mediante palanca, permitir el paso o bloquear el paso de líquido hidráulico	Remordimiento de la válvula	Desgaste de resortes de la válvula	No se puede realizar el cambio de posición de la válvula	6	7	4	Revisión periódica de la válvula	168
Limitador de presión	Evitar sobrepresiones en el sistema	Rotura de tuberías	Presión elevada en el sistema	Pérdida de presión en el sistema por fugas	3	5	3	Revisión periódica del limitador de presión	45
Cilindro simple efecto	Al cilindro de simple efecto se le aplica presión solo por un extremo, con lo cual solo realiza trabajo en un sentido.	Deformación del vástago del cilindro	Exceso de temperatura en el interior del cilindro	Pérdida de presión en el cilindro	4	7	5	No trabajar con exceso de carga en la maquinaria	140
Filtros	Filtrar agentes contaminantes en el fluido	Taponamiento	Polvo, basura, etc.	Falta de lubricación en los elementos del motor	5	5	3	Cambio de filtro en tiempo determinado	75
Tanque de aceite	Garantizar suministro de aceite	Fisura de tanque	Vibración en vehículo	Fuga de aceite	3	5	3	Revisar el nivel de aceite y el estado del tanque	45
Mangueras	Transportar de fluido a los diferentes elementos	Rotura de mangueras	Golpes en mangueras	Fuga de fluido de trabajo	5	7	2	Chequeo de las conexiones de las cañerías para verificar	70
								81,57	

SISTEMA ELÉCTRICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Batería	Almacenar energía química para encendido de maquinaria	Descarga de batería	Nivel de líquido de batería bajo	No enciende maquinaria	5	6	3	90	Revisión del líquido de batería
Alternador	Generar corriente alterna	Ruidos extraños	Desgaste de la correa del alternador	La batería no se recarga	5	7	3	105	Revisión periódica del alternador
Relé	Accionar un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes	No controla la ganancia de energía	Recalentamiento del sistema	Componentes eléctricos del sistema se queman	4	5	3	60	Cambio de fusibles periódicamente
Componentes eléctricos	Activar diferentes elementos del sistema eléctrico	Sobrecarga en los elementos	Quemadura de cables eléctricos	La maquinaria no funciona correctamente	4	7	4	112	Revisión de temperatura del alternador
Iluminación	Iluminar el área de trabajo	Focos quemados	Rozamiento por cables en mal estado	La máquina trabaja sin iluminación óptima	3	5	5	75	Revisión de conexiones eléctricas
Motor eléctrico de arranque	Proporcionar energía inicial para arrancar el motor	Generación de carbonilla en los circuitos internos	Suciedad en el interior de motor	Motor no arranca	5	7	3	105	Limpeza y revisión del motor
									91,17

SISTEMA DE FRENOS										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
					F	G	D	NPR		
Bomba de freno	Transformar la energía mecánica en el pedal de freno en energía hidráulica	Pérdida de presión	Desgaste de cilindro de la bomba	Avería en cañerías del sistema	4	8	5	160	Mantenimiento de la bomba	
Válvula de freno	Controlar la presión hidráulica	Pérdida presión del sistema	Rotura de resorte de la válvula	Pérdida de presión en cilindro	2	7	4	56	Revisión y mantenimiento de la válvula	
Discos	Disminuir la velocidad, mueve el aire alrededor, transmitiendo su energía a la atmósfera	Desgaste del disco de freno	Debido a la fricción que desgasta el disco	Disco no frena en el momento indicado	5	7	4	140	Revisión periódica del disco de freno	
Pedal de freno	Accionar el sistema de frenado	Pedal de freno bajo	Reguladores de pasta de frenos oxidadas	Errores en frenado exacto	4	5	4	80	Ajustar y limpiar frenos traseros	
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno al sistema	Rotura de la manguera	Por la presión interna, y vida útil de elemento	Desgaste de los elementos del sistema	4	5	4	80	Revisar el estado de las mangueras	
Engranajes planetarios	Transmitir par al conjunto de la rueda	Rotura de los dientes de los engranes	Fricción debido a la mala lubricación	La maquina no funciona	3	7	5	105	Revisar la calibración de la corona	
Resortes	Regresar los pistones a su posición cuando la presión hidráulica baja	Rotura del resorte	Altas presiones de trabajo	Pistón no regresa a su posición original	3	5	2	30	Revisión periódica de resortes	
Freno de estacionamiento	Bloquear el totalmente el movimiento de la maquinaria	Atascamiento de freno de mano	Cable de freno dañado	No se acciona el freno de mano, no se puede inmovilizar la maquinaria	4	6	2	48,00	Revisión y mantenimiento de cable de freno de mano	
									87,38	

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Radiador	Disipar el calor al medio ambiente	Taponamiento del radiador	Obstrucción por partículas de polvo	Recalentamiento del radiador	5	7	4	140	Limpieza periódica del radiador
Ductos de refrigeración	Circular líquido refrigerante por el motor para eliminar el calor	Fluido refrigerante no fluye	Obstrucción en la cámara	Sobrecalentamiento en el motor	3	7	3	63	Revisión de los ductos de refrigeración
Ventilador	Suministrar aire a través del radiador	Daño en las aspas del ventilador	Golpes en Ventilador	No se disipa eficientemente el calor del motor	4	7	2	56	Inspección de las aspas del ventilador
Tapa de radiador	Incrementar el punto de ebullición del agua	Tapa no sella el radiador	Vida útil del radiador	No se disipa eficientemente el calor del motor	2	5	2	20	Inspección periódica del elemento
Termostato	Mantener una temperatura constante en refrigerante para óptimo funcionamiento del motor	Remordimiento del muelle	Muelle dañado	Sobrecalentamiento en el motor	5	7	4	140	Revisión del periódica muelle
Válvula de purga	Desechar el aire del sistema	Atascamiento	Obstrucción por polvo y residuos	Sobrecalentamiento en el motor	5	7	5	175	Limpieza de la válvula
Bomba de agua	Impulsar el líquido refrigerante por el motor mediante el intercambiador de calor	Rotura de los empaques	Fín de la vida útil	Fuga de agua	5	7	3	105	Cambio de empaques en tiempo determinado por el fabricante
								99,86	

SISTEMA DE DIRECCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Volante	Permitir el control del movimiento del vehículo	Desgaste de las válvulas elementos de conexión del volante	Vida operativa de los elementos del volante	No se puede direccionar al vehículo	3	6	1	18	Mantenimiento de elementos del motor
Cremalleras	Permitir el movimiento a los lados mediante una barra dentada	Desgaste de los dientes de la cremallera	Falta de lubricación en las cremalleras	No se puede direccionar al vehículo	4	7	5	140	Revisión de la lubricación y estado de los dientes de la cremallera
Columna de dirección	Transmite la rotación del volante al engranaje de dirección	Desgaste de los cojinetes de bolas del eje	Vida operativa del elemento	No se puede direccionar al vehículo	2	6	2	24	Evitar sobreesfuerzos en la maquinaria
Rótulas	Permitir el movimiento en toda dirección (arriba, abajo y el giro de las ruedas) y es la unión entre el porta mango y los brazos de control.	Rotura	Produce fricción al pasar por baches	Fricción excesiva y remordimiento en los elementos	3	7	4	84	En lo posible evitar baches en el camino
Crucetas/ Uniones universales	Transmitir movimiento entre diferentes componentes	Desgaste del elemento	Falta de lubricación de las crucetas	EL vehículo no se puede movilizar	4	7	4	112	Revisión de la lubricación de las crucetas
					75,6				

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Filtros	Detener impurezas en el aceite	Obstrucción del filtro	Impurezas en el aceite	Fricción excesiva y remordimiento en los elementos	5	5	3	75	Cambio de filtros en tiempo recomendado por el fabricante
Enfriador de aceite	Mantener la temperatura del aceite	Rotura del enfriador	Vibración de la máquina	Fuga de aceite en el motor	3	5	3	45	Mantenimiento periódica del enfriador del aceite
Bombas de aceite	Aspirar el aceite del cárter, para distribuirlo en el sistema de refrigeración	Desgaste del sello de la bomba	Fin de vida útil del elemento	Fugas de aceite	4	8	5	160	Cambio de selo en tiempo recomendado por el fabricante
					93,33				

SISTEMA DEL MOTOR										
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
					F	G	D	NPR		
Balancín	Convertir el movimiento lineal en oscilatorio	Torcedura del balancín	Esfuerzo en los caballetes	Pérdida de potencia del motor	3	7	5	105	Realizar calibración continua	
Válvulas	Controlar la admisión y escape de los gases de combustión	Desgaste de la válvula	Altas temperaturas en la combustión	Pérdida de potencia del motor	3	6	4	72	Mantenimiento de las válvulas continuamente	
Varilla empujadora	Modificar el movimiento circular de la leva en movimiento rectilíneo, abriendo la válvula	Desgaste en los extremos de la varilla	Rayones en la varilla empujadora	Obstrucción de grasa hacia los cojinetes	3	7	4	84	Revisión de las varillas empujadoras	
Árbol de levas	Distribuir movimientos que deben estar sincronizados por una o más levas	Vibración en el motor	Desgaste los codos de las levas	Pérdida de potencia del motor	3	9	4	108	Mantenimiento continuo del árbol de levas	
								92,25		

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA MECÁNICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Cárter	Almacenar aceite para lubricación	Fisura del cárter	Vibración de la máquina	Fuga de aceite, ocasionando daño en los elementos del motor	3	8	4	96	Revisión periódica del cárter
Block del motor	Alojar los cilindros de un motor de combustión interna así como los soportes de apoyo del cigüeñal	Fisura en el block	Vibración excesiva de la maquinaria	Paralización del vehículo	3	8	5	120	Revisión y limpieza del block
Camisas	Posibilitar la circulación de agua en su vuelta, así como una fácil sustitución en caso de desgaste, es un tubo cilíndrico colocado en el bloque del motor	Desgaste de las camisas	Exceso de temperatura en el interior del cilindro	Pérdida de potencia del motor	3	7	4	84	Mantenimiento de camisas del motor
Cigüeñal	Convertir el movimiento lineal del pistón en giratorio	Desgaste del cigüeñal	Fricción excesiva	Pérdida de potencia del motor	3	7	5	105	Revisión y lubricación del cigüeñal
Culata	Permitir el cierre de las cámaras de combustión.	Desgaste de la culata	Vibración en la maquinaria	Pérdida de potencia del motor, sonido de golpeteo	4	8	5	160	Revisión del estado de la culata
Volante de inercia	Aportar al sistema una inercia adicional de modo que le permite almacenar energía cinética.	Desgaste del volante de inercia	Fricción excesiva del volante	Daño total del disco de embrague	2	8	7	112	Revisión y limpieza del volante de inercia
Biela	Transmitir el movimiento del pistón al cigüeñal	Torcedura de la biela	Falta de lubricación	Pérdida de potencia del motor, vibración excesiva	4	6	4	96	Mantenimiento del elemento
Pistón	Transformar la energía liberada de la combustión al sistema de movimiento	Función de la cabeza del pistón	Exceso de temperatura en el motor	Pérdida de potencia del motor	3	8	6	144	Revisión y mantenimiento del pistón
									114,63

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Turbocompresor	Es un sistema de sobrealimentación que usa una turbina centrífuga para accionar mediante un eje coaxial con ella, un compresor centrífugo para comprimir gases.	Daño a las aletas del turbo compresor	Desgaste de los bocines	Pérdida de potencia del motor	4	7	4	112	Revisión periódica del turbocompresor
Múltiple de admisión	Interviene en la mezcla de atomización de la gasolina	Desgaste del múltiple de admisión	Vibración de la maquinaria	No se atomiza de forma adecuada la gasolina, pérdida de potencia del motor	3	7	5	105	Mantenimiento del sistema de admisión
Válvula de alivio	Alivia la presión del turbocompresor	Desgaste del adaptador	Fricción excesiva del adaptador	Daño en el turbo compresor, por falta de escape de gases	5	7	5	175	Revisión del estado de la válvula de alivio
Filtros	Evitar el ingreso de partículas de polvo al motor	Filtro obstruido	Acumulación de polvo	Pérdida de potencia del motor	5	5	3	75	Cambio de filtros en tiempo recomendado por el fabricante
Mangueras	Trasladar el líquido refrigerante en el sistema	Rotura de la manguera	Por la presión interna, y vida útil de elemento	Desgaste de los elementos del sistema	4	5	4	80	Revisar el estado de las mangueras
								109,4	

Fuente: Autor

Tabla D6 Análisis AMFE para Minicargadoras

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SAN CRISTÓBAL DE PATATE										
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA										
MÁQUINAS:		CARGADORA	ELABORADO POR	CRISTHIAN OÑATE	FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2017				
SISTEMA:		DE TRANSMISIÓN	REVISADO POR:	ING. MAURICIO CARRILLO	FECHA DE REVISIÓN:	26/06/2017				
SUBSISTEMA:		N/E	APROBADO POR:	ING. MAURICIO CARRILLO	JEFE DE TALLER:	SR. HÉCTOR NARANJO				
COMPONENTES	FUNCION ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
					F	G	D	NPR		
Caja de transferencia	Conectar las ruedas de los vehículos de doble transmisión.	Desgaste de los piñones	Falta de lubricación lo que produce fricción en piñones	No se puede realizar cambio de marcha	3	7	5	105	Verificar que la caja de cambios tenga una buena lubricación	
Ejes planetarios	Conectar en uno o mas engranajes externos que giran sobre un engranaje central	Rotura de engranes planetarios	Sobre esfuerzo y desgaste	La máquina se paraliza	2	7	4	56	Revisión del estado de los ejes planetarios	
Caja de velocidades	Aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre cigtental y ruedas	Rotura de dientes de los engranes	Fricción entre engranes	La máquina no se moviliza	3	8	5	120	Verificar que la caja de cambios tenga una buena lubricación	
Par cónico diferencial	Conservar la relación de velocidades que llevan las ruedas antes de tomar una curva	Rotura de los dientes de engranes de diferencial	Pérdida de potencia	Ruido excesivo al cambiar de marcha	3	5	4	60	Revisión del nivel de líquido lubricante	
Juntas de transmisión	Unir elementos de transmisión	Desgaste de la junta de transmisión	Fricción en disco de embrague	Poca facilidad para desembragar, ruido excesivo	3	5	4	60	Tener precaución al momento de embragar	
Transmisión	Controlar las ruedas motrices del motor consiguiendo una relación de velocidades distinta entre motor y ruedas	Desgaste de los dientes de los engranes	Falta de lubricación	Fricción excesiva y remordimiento en los elementos	2	7	4	56	Verificar la lubricación en los elementos de transmisión	
Embrague	Conectar el motor al sistema de transmisión	Desgaste de los piñones de la caja	Falta de lubricación de caja de cambios	Difícil cambio de marcha	3	7	3	63	Verificar la lubricación en los elementos de transmisión	
Bomba de dirección	Presurizar el fluido de la dirección hidráulica, enviándolo a la dirección permitiendo que el vehículo gire a la derecha o la izquierda	Bomba no funciona	Depósito de bomba vacío	No se acciona el giro	3	8	3	72	Revisión del estado de la bomba	
									74,00	

SISTEMA HIDRÁULICO										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
					F	G	D	NPR		
Acumuladores de presión	Compensar el aceite requerido en el sistema de dirección, controla los frenos en caso que la bomba o el motor falle	Rotura del acumulador de presión	Fricción entre elementos	Pérdida de presión en el sistema por fuga de aceite	3	5	5	75	Revisión permanente del acumulador de presión	
Bomba hidráulica	Enviar aceite con la presión requerida para accionar los elementos	Rotura de empaques de bomba	Fin de vida útil de empaques	Pérdida de presión	4	7	4	112	Cambio de empaques en tiempo determinado	
Cañerías	Transporta de fluido a los diferentes elementos	Fisura de cañerías	Golpes en cañerías	Fuga de fluido de trabajo	5	7	2	70	Chequeo de las conexiones de las cañerías para verificar su estado	
Cilindro de brazo	Permitir el movimiento del brazo de la pala	Atascamiento del vástago	Falta de fluido hidráulico	No se moviliza la pala	4	7	3	84	Revisar las conexiones de las bridas	
Acoplamientos	Conectar mangueras a otros componentes	Desgaste de empaques	Fin de vida útil	Fuga del fluido	4	7	3	84	Cambio de empaques en tiempo determinado	
Válvula de control de presión	Controlar presión en el sistema	Pérdida de presión en la válvula	Desgaste	Pérdida de potencia del motor	4	7	4	112	Revisión de la presión del sistema	
Filtros	Filtrar agentes contaminantes en el fluido	Taponamiento	Polvo, basura, etc.	Falta de lubricación en los elementos del motor	5	5	3	75	Cambio de filtro en tiempo determinado	
Tanque Hidráulico	Garantizar suministro de aceite	Fisura de tanque	Vibración en vehículo	Fuga de aceite	3	5	3	45	Revisar el nivel de aceite y el estado del tanque	
Válvula de control direccional	Trasladar aceite a los circuitos el sistema	Válvula no traslada aceite	Desgaste de los bocines	Motor pierde potencia	3	8	3	72	Realizar mantenimiento de la válvula	
Refrigerador de aceite	Controlar la temperatura del aceite	Fisura del refrigerador de aceite	Desgaste	Fuga de aceite	2	4	2	16	Revisión del estado del enfriador de aceite	
Motor hidráulico	Utilizar el flujo de aceite en movimiento rotatorio	El motor gira sin acoplar en la catalina	Desgaste del eje	La maquina no funciona	4	8	3	96	Revisión del motor	
Válvulas de control direccional	Enviar aceite a tuberías distintas de un sistema hidráulico	Válvula no funciona	Desgaste de válvula	Motor pierde potencia	4	7	4	112	Revisión del estado de las válvulas	
									79,42	

SISTEMA DE FRENOS									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba de freno	Transformar la energía mecánica en el pedal del freno en energía hidráulica	Pérdida de presión	Desgaste de cilindro de la bomba	Avería en cañerías del sistema	4	8	5	160	Mantenimiento de la bomba
Válvula de freno	Controlar la presión hidráulica	Pérdida presión del sistema	Rotura de resorte de la válvula	Pérdida de presión en cilindro	2	7	4	56	Revisión y mantenimiento de la válvula
Discos	Disminuir la velocidad, mover el aire alrededor, transmitir su energía a la atmósfera	Desgaste del disco de freno	Debido a la fricción que desgasta el disco	Disco no frena en el momento indicado	5	7	4	140	Revisión periódica del disco de freno
Pedal de freno	Accionar el sistema de frenado	Pedal de freno bajo	Reguladores de pasta de frenos oxidadas	Errores en frenado exacto	4	5	4	80	Ajustar y limpiar frenos traseros
Mangueras	Trasladar el líquido de freno al sistema	Rotura de la manguera	Por la presión interna, y vida útil de elemento	Desgaste de los elementos del sistema	4	5	4	80	Revisar el estado de las mangueras
Resortes	Regresar los pistones a su posición cuando la presión hidráulica baja	Rotura del resorte	Altas presiones de trabajo	Pistón no regresa a su posición original	3	5	2	30	Revisión periódica de resortes
								91,00	

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba de inyección	Llevar el combustible a presión hacia el motor	Daño en sello de la bomba	Vida útil del elemento	El combustible no llega con la presión requerida a la cámara de combustión, paralización de la máquina	4	6	4	96	Realizar el cambio periódico de sello de la bomba
Bomba de alimentación	Enviar el combustible desde el tanque hacia la bomba de inyección	Obstrucción de la bomba	Acumulación de impurezas del combustible	El combustible no llega con la presión requerida a la cámara de combustión, paralización de la máquina	4	7	5	140	Mantenimiento de la bomba
Inyectores	Pulverizar el combustible para llenar la cámara de combustión	Obstrucción de inyectores	Acumulación de impurezas del combustible	No se realiza la combustión	4	6	3	72	Limpieza periódica de los inyectores
Filtro de combustible	Filtrar las impurezas lo mayor posible para evitar daños al motor	Taponamiento del filtro	Acumulación de impurezas del combustible	Máquina no enciende	5	6	3	90	Cambio de filtro en tiempo determinado
Tanque de combustible	Almacenar el combustible	Fisura del tanque	Golpes en la operación de la maquinaria	Fuga de combustible	3	7	4	84	Revisión de tanque de combustible
								96,40	

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Radiador	Disipar el calor al medio ambiente	Taponamiento del radiador	Obstrucción por partículas de polvo	Recalentamiento del radiador	5	7	4	140	Limpieza periódica del radiador
Ductos de refrigeración	Circular líquido refrigerante por el motor para eliminar el calor	Fluido refrigerante no fluye	Obstrucción en la cámara	Sobrecalentamiento en el motor	3	7	3	63	Revisión de los ductos de refrigeración
Ventilador	Suministrar aire a través del radiador	Daño en las aspas del ventilador	Golpes en Ventilador	No se disipa eficientemente el calor del motor	4	7	2	56	Inspección de las aspas del ventilador
Tapa de radiador	Incrementar el punto de ebullición del agua	Tapa no sella el radiador	Vida útil del radiador	No se disipa eficientemente el calor del motor	3	5	2	30	Inspección periódica del elemento
Termostato	Mantener una temperatura constante en refrigerante para óptimo funcionamiento del motor	Remordimiento del muelle	Muelle dañado	Sobrecalentamiento en el motor	5	8	4	160	Revisión del periódica muelle
Válvula de purga	Desechar el aire del sistema	Atascamiento	Obstrucción por polvo y residuos	Sobrecalentamiento en el motor	5	6	5	150	Limpieza de la válvula
Bomba de agua	Impulsar el líquido refrigerante por el motor mediante el intercambiador de calor	Rotura de los empaques	Fin de la vida útil	Fuga de agua	5	7	2	70	Cambio de empaques en tiempo determinado por el fabricante
								95,57	

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Válvula de escape	Permitir el escape de los gases de la combustión	Rotura de la válvula	Holgura entre válvula y el balancín	No se realiza el escape de los gases	2	7	3	42	Mantenimiento de la válvula de escape
Filtro	Filtrar impurezas, para que no ingresen al motor	Obstrucción del filtro	Acumulación de impurezas	Daños en cámara de combustión	4	8	5	160	Cambio de filtro en tiempo determinado por fabricante
Múltiple de escape	Repartir el aire equitativamente a los cilindros de combustión	Rotura del múltiple de escape	Deterioramiento ocasionado por los gases a altas temperaturas	Daño en el motor	2	7	3	42	Dar mantenimiento al sistema de admisión
									81,33

SISTEMA DE MOTOR									
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Filtros	Detener impurezas en el aceite	Obstrucción del filtro	Impurezas en el aceite	Fricción excesiva y remordimiento en los elementos	5	5	3	75	Cambio de filtros en tiempo recomendado por el fabricante
Enfriador de aceite	Mantener la temperatura del aceite	Rotura del enfriador	Vibración de la máquina	Fuga de aceite en el motor	3	5	3	45	Mantenimiento periódica del enfriador del aceite
Bombas de aceite	Aspirar el aceite del cárter, para distribuirlo en el sistema de refrigeración	Desgasteamiento del sello de la bomba	Fin de vida útil del elemento	Fugas de aceite	4	8	5	160	Cambio de sello en tiempo recomendado por el fabricante
									93,33

SISTEMA DE MOTOR										
SUBSISTEMA MECÁNICO										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN					RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR		
Cárter	Almacenar aceite para lubricación	Fisura del cárter	Vibración de la máquina	Fuga de aceite, ocasionando daño en los elementos del motor	3	8	4	96		Revisión periódica del cárter
Block del motor	Alojar los cilindros de un motor de combustión interna así como los soportes de apoyo del cigüeñal	Fisura en el block	Vibración excesiva de la maquinaria	Paralización del vehículo	3	7	5	105		Revisión y limpieza del block
Cigüeñal	Convertir el movimiento lineal del pistón en giratorio	Desgaste del cigüeñal	Fricción excesiva	Pérdida de potencia del motor	3	6	5	90		Revisión y lubricación del cigüeñal
Culata	Permitir el cierre de las cámaras de combustión.	Desgaste de la culata	Vibración en la maquinaria	Pérdida de potencia del motor, sonido de golpeteo	4	8	5	160		Revisión del estado de la culata
Volante de inercia	Aportar al sistema una inercia adicional de modo que le permite almacenar energía cinética.	Desgaste del volante de inercia	Fricción excesiva del volante	Daño total del disco de embrague	2	8	7	112		Revisión y limpieza del volante de inercia
Biela	Transmitir el movimiento del pistón al cigüeñal	Torcedura de la biela	Falta de lubricación	Pérdida de potencia del motor, vibración excesiva	4	6	4	96		Mantenimiento del elemento
Pistón	Transformar la energía liberada de la combustión al sistema de movimiento	Fundición de la cabeza del pistón	Exceso de temperatura en el motor	Pérdida de potencia del motor	3	8	6	144		Revisión y mantenimiento del pistón
								100,38		

Fuente: Autor

ANEXO E

FICHAS INFORME DE

MANTENIMIENTO

Tabla E1: Informe de daños de bienes

	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Patate			
	Departamento de Obras Públicas			
	Informe de los Daños de los Bienes			
Máquina:			Número de registro:	
Fecha :			Número de informe:	
Informe de Daños:				

Responsable del bien				
Verificación de los Daños Mecánica			Fecha:	

Mecánico				
Autorización de reparación			Fecha:	
_____		_____		
Director		Director Financiero		

Fuente: Autor

Tabla E2: Informe de diario de actividades

	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Patate		
	Departamento de Obras Públicas		
	Informe Diario de Actividades		
Nombre:		Fecha:	
Cargo:		Máquina:	
Combustible:		Horómetro:	
N° de Ficha		N° de registro:	
Trabajos Realizados			
Novedades			
_____		_____	
Chofer/Operador		Director de Obras Públicas	

Fuente: Autor

Tabla E3: Orden de ejecución de mantenimiento

	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal San Cristóbal de Patate		
	Departamento de Obras Públicas		
	Orden de Ejecución de Mantenimiento		
Revisado:		Fecha:	
Aprobado:		Máquina:	
Autorizado:		Horómetro:	
N° de Orden:		N° de Registro:	
Fecha de Inicio	Fecha de Culminación	Tipo de Mantenimiento	
		Mantenimiento General	
		Inspección	
		Limpieza y Lubricación	
		Cambio/ Reemplazo	
Repuestos a utilizar:		Observaciones:	
_____		_____	
Mecánico		Director de Obras Públicas	

Fuente: Autor

Tabla E5: Consolidado de fallos de maquinaria

	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal San Cristóbal de Patate					
	Departamento de Obras Públicas					
	Resumen de fallos de la Maquinaria Pesada					
Máquina						
N° de Registro:						
Marca						
N°	Fecha de Paro	Fecha de Salida	Tiempo de paro	Tiempo de mtt	Descripción de daño	
_____			_____		_____	
Operario			Mecánico		Director de Obras Públicas	

Fuente: Autor

ANEXO F

MANUAL DE USUARIO

MANUAL DE USUARIO SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SAN CRISTÓBAL DE
PATATE



Sistema de Gestión
de Mantenimiento

Este sistema ayudará al personal de mantenimiento y administrativo del GAD Patate en sus labores diarias. El manual explica al usuario el funcionamiento del sistema en su totalidad, incluye todas las descripciones de su interfaz, manejo de pestañas, formatos de impresión, manejo de stock de repuestos, creación de órdenes de mantenimiento, etc.

- **INGRESO**

Se pedirá ingresar la información de usuario y contraseña.

Se encontrará con el siguiente menú:

The image shows the login interface for the 'Sistema de Gestión de Mantenimiento' (Maintenance Management System) of 'Datate GAD Municipal'. At the top left is the logo with a stylized 'Datate' and 'GAD Municipal' below it. To the right, the system name 'Sistema de Gestión de Mantenimiento' is displayed in blue. Below the logo is a navigation bar with 'Inicio' on the left and 'Iniciar sesión' on the right. Underneath, there is a breadcrumb trail 'Inicio » Acceso' and the heading 'Iniciar sesión'. A message asks the user to fill in their access credentials. Below this are two input fields for 'Usuario' and 'Contraseña', a checkbox for 'Recuérdame La Próxima Vez', and an 'Ingresar' button.

Figura F1 Inicio de Sesión

Fuente: Autor

Una vez accesado correctamente se habilitará el sistema con las siguientes pestañas como se muestra en la figura:

The image shows the main menu of the system after a successful login. It features the same logo and system name as the login page. Below the logo is a horizontal navigation bar with the following menu items: 'Inicio', 'Actividades Diarios', 'Activos', 'Amfes', 'Repuestos', 'Daños', 'Mantenimiento', 'Revisión', 'Reportes', 'Usuarios', and 'Cerrar (administrador)'. The 'Inicio' item is highlighted with a grey background.

- **SISTEMA DE ALERTAS**

La primera pantalla que se mostrará con el menú de inicio será el sistema de alertas, el cual muestra los repuestos que se encuentren en una cantidad menor a cinco en el stock de repuestos y también las actividades que no se han realizado en la bitácora de mantenimiento.



Sistema de Alertas

Repuestos Agotandose

Nombre del Producto	Maquina	Cantidad
Filtro de Aire	Motoniveladora	3
Bomba de aceite	Motoniveladora	1
Bomba de combustible	Motoniveladora	2

Actividades que no se Realizaron

Actividad no Realizada: Revisión y mantenimiento de la bomba de dirección

Equipo:Motoniveladora

[Actividad Realizada](#)

Actividad no Realizada: Revisión y mantenimiento de disco de embrague

Equipo:Motoniveladora

[Actividad Realizada](#)

[Anteriores](#) [Siguientes](#)

Repuestos Agotándose: para que no aparezcan los repuestos que están agotándose en el sistema de alarmas, simplemente el GAD deberá modificar la cantidad de ítem, con una cantidad mayor a cinco, en el stock de repuestos una vez adquiridos.

Actividades que no se realizaron: el usuario podrá dar un click en el botón “Actividad Realizada”, dependiendo si se cumplió o no la actividad.

- **ACTIVIDADES DIARIOS**

El GADM Patate podrá llevar un registro de las actividades diarias realizadas por los operadores de la maquinaria pesada. Esta pestaña se diseñó en base al informe actual escrito que se presenta.



Inicio » Informe Diario Actividades

Informe Diario Actividades

Viendo 1-1 de 1 resultado.

Id: 1
Nombre: Héctor Moscoso
Fecha: 29-07-2017
Cargo: Operador
Máquina: Motoniveladora
Combustible: Diésel
Horómetro: 1200

[Manual](#)
[Operaciones](#)
[Lista de Informes](#)
[Crear Informe](#)
[Administrador de Informes](#)

El usuario tendrá un menú lateral en el cual se le presentará varias opciones en cada pestaña que ingrese, con las que podrá realizar diferentes acciones dependiendo el menú.

Lista de informes: Puede visualizar un listado de todos los informes realizados hasta la fecha.

Crear informe: Se le pedirá la siguiente información para crear un nuevo registro: Nombre del operario, Fecha de registro, Cargo, Máquina, Combustible usado por la maquinaria, Horómetro, Número de ficha, Número de registro, Trabajos realizados, Novedades, Chofer, Nombre del director de obras públicas.

Crear Informe Diario de Actividades

Nombre *

Fecha *

Cargo *

Máquina *

Combustible *

Horómetro *

Número de Ficha *

Número de Registro *

Trabajos Realizados *

Novedades *

Una vez ingresada toda la información se deberá dar click en la pestaña crear para completar el registro.

Novedades *

Chofer *

Héctor Moscoso ▾

Director de Obras Públicas *

Administrador de informes: Se desplegará una tabla que permite la búsqueda mediante filtros como número de informe, nombre, fecha, cargo, máquina, o combustible.

Administrador de Informe Diario de Actividades

Búsqueda Avanzada

Viendo 1-2 de 2 resultados.

Id	Nombre	Fecha	Cargo	Máquina	Combustible	
1	Héctor Moscoso	29-07-2017	Operador	1	Diésel	
2	Jorge Asqui	31-08-2017	Operador	3	Diésel	

En la parte derecha de la tabla se encuentra la opción visualizar, editar o eliminar los informes.

Lupa: Visualizar

Lápiz: Editar

X: Eliminar

Actividades

Viendo 1-2 de 2 resultados.

	Máquina	Combustible	
1		Diésel	
3		Diésel	

Visualizar informe: Aparecerá una pantalla que mostrará la información del informe subida anteriormente.

Inicio Actividades Diarios Activos Amfes Repuestos Daños Mantenimiento Revisión Reportes Usuarios Cerrar (administrador)

Inicio » Informe Diario de Actividades » 2

Ver Informe #2

[Imprimir Informe](#)

Id	2
Nombre	Jorge Asqui
Fecha	31-08-2017
Cargo	Operador
Máquina	3
Combustible	Diésel
Horómetro	0
Número de Ficha	02
Número de Registro	2
Trabajos Realizados	Trabajos en Caserío Manteles, desbancamiento de tierra
Novedades	Ninguna
Chofer	Jorge Asqui
Director de Obras Públicas	Ing. Luciano Soria

- Manual
- Operaciones
- Lista de Informes
- Crear Informe
- Actualizar Informe
- Eliminar Informe
- Administrador de Informes

© Sistema de Gestión de Mantenimiento. Todos los derechos reservados.

Al dar click en “Imprimir Informe” se descargará un PDF con dicho informe. Todas las impresiones del sistema están automatizadas en base a formatos estándar.

[Imprimir Informe](#)

1

Id	2
Nombre	Jorge Asqui
Fecha	31-08-2017
Cargo	Operador
Máquina	3
Combustible	Diésel
Horómetro	0
Número de Ficha	02
Número de Registro	2
Trabajos Realizados	Trabajos en Caserío Manteles, desbancamiento de tierra
Novedades	Ninguna
Chofer	Jorge Asqui
Director de Obras Públicas	Ing. Luciano Soria

2

informe (8).pdf

Figura F10 Imprimir informe de actividades

Fuente: Autor



Gobierno Autónomo Descentralizado
San Cristóbal de Patate



Informe de los Daños de los Bienes: Informe N°2	
Nombre: Jorge Asqui	Fecha: 31-08-2017
Cargo: Operador	Máquina: 3
Combustible: Diésel	Horómetro: 0
NÂ° de Ficha: 02	N° de Registro: 2
Trabajos Realizados:	
Trabajos en Caserío Manteles, desbancamiento de tierra	
Novedades:	
Ninguna	

Chofer: Jorge Asqui

Director de Obras: Ing. Luciano Soria

- **ACTIVOS**

Esta pestaña es la principal de todo el sistema, ya que esta funciona como eje central de recopilación de información. Su función es la de crear, editar y administrar un nuevo activo para el GAD, sin embargo su importancia radica en que también dispone de las funciones para imprimir distintos documentos como: Matrices AMFE, Bitácoras de Mantenimiento, resumen de fallos, Stock de repuestos, etc. Además de imprimir una gráfica de curva de la bañera: Tasa de fallos vs tiempo.

Inicio Actividades Diarias **Activos** Amfes Repuestos Daños Mantenimiento Revisión Reportes Usuarios Cerrar (administrador)

Inicio » Activos

Activos

Viendo 1-10 de 14 resultados.

Id Activo: 1
Fecha: Maquinaria
Tipo Activo: Pesada
Equipo: Motoniveladora
Serie Motor: A1400
Marca: Mitsubishi
Placa: NA

Id Activo: 2
Fecha: Maquinaria
Tipo Activo: Pesada
Equipo: Motoniveladora
Serie Motor: NA
Marca: Catión

Manual
Operaciones
Crear Activo
Administrador Activo

Se puede acceder de dos maneras a los activos; mediante la lista de activos y mediante administrador de activos

Inicio » Activos » Administrador

Administrador Activos

Busqueda Avanzado

Viendo 1-10 de 14 resultados.

Id Activo	Ficha	Tipo Activo	Equipo	Serie Motor	Marca	
1	Maquinaria	Pesada	Motoniveladora	A18458	Mitubishi	  
2	Maquinaria	Pesada	Motoniveladora	NA	Galión	  
3	Maquinaria	Pesada	Retroexcavadora	26439370	Hyundai	  
4	Maquinaria	Pesada	Retroexcavadora	G4D31062	Caterpillar	  
5	Maquinaria	Pesada	Minicargadora	486845	CASE	  
6	Maquinaria	Pesada	Minicargadora	CJS64808	Caterpillar	  
7	Maquinaria	Pesada	Cargadora	62K11709	Caterpillar	  

- Manual
- Operaciones
- Lista de Activos
- Crear Activos

Administrador de Activos: Se desplegará una tabla que permite la búsqueda mediante filtros ID de activo, tipo de Activo, equipo serie de motor o marca.

En la parte derecha de la tabla se encuentra la opción visualizar, editar o eliminar los informes.

Lupa: Visualizar

Lápiz: Editar

X: Eliminar

Crear Activo: Se solicitará información que se detalla en la siguiente Tabla:

Ficha de	Tipo
Equipo	Serie del motor
Marca	Placa
Registro	Año de fabricación
Modelo	Chofer
Serie de chasis	Tipo de combustible
Modelo de motor	Área asignada
Potencia	Peso en orden de trabajo máximo
Elaborado por	Aprobado
Imagen	Sistemas:

Se desplegará el siguiente menú:

Inicio » Activos » Crear

Crear Activos

Ficha de :  Tipo: 

Imagen de la Maquinaria
 Ningún archi...seleccionado

Equipo:	<input type="text"/>	Serie del Motor :	<input type="text"/>
Marca:	<input type="text"/>	Placa:	<input type="text"/>
Registro:	<input type="text"/>	Año de Fabricacion:	<input type="text"/>
Modelo:	<input type="text"/>	Chofer:	<input type="text"/>
Seria Chasis:	<input type="text"/>	Tipo de Combustible:	<input type="text"/>
Modelo Motor:	<input type="text"/>	Area Asignada:	<input type="text"/>

© Sistema de Gestión de Mantenimiento. Todos los derechos reservados.

En la opción “Ficha de” y “Tipo” se encuentra habilitada la opción para crear un nuevo tipo de maquinaria en caso de necesitar nuevos grupos de vehículos, por ejemplo vehículos livianos.

INICIO » ACTIVOS » Crear

Crear Activos

Ficha de :  Tipo: 

Imagen de la Maquinaria
 Ningún archi...seleccionado

Viendo 1-1 de 1 resultado.

Id Ficha	Ficha	Descripcion	
1	Maquinaria	maquinaria tipo pesada	 

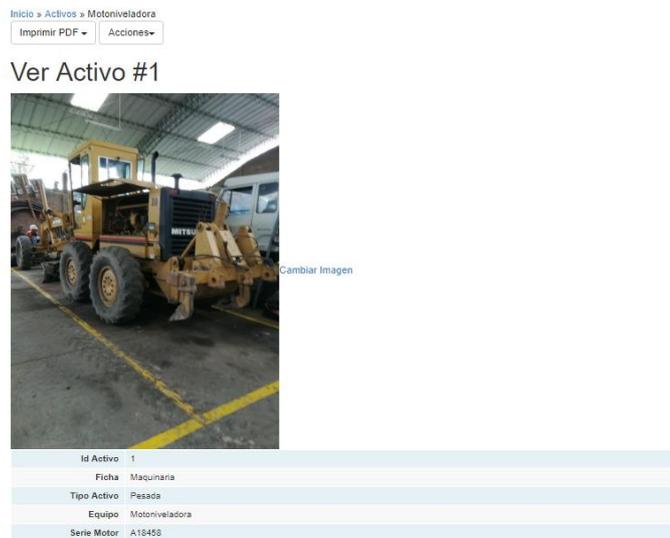
© Sistema de Gestión de Mantenimiento. Todos los derechos reservados.

Imágenes: para cargar imágenes deben cumplir los siguientes requisitos

- Ser formato jpg
- No pesar más de 400 Kbyte

Visualizar Activo

Una vez creado un activo se visualizará la siguiente pantalla



Pestaña Imprimir PDF

Se pueden imprimir importante para el usuario, como se muestra en la figura:



Ejemplo: Impresión de Bitácora de Mantenimiento

Simplemente dar click en bitácora y automáticamente se descargará un PDF

Informe (9).pdf

file:///C:/Users/LapDel/D/Downloads/informe%20(9).pdf

Informe (9).pdf 1 / 1

Patate GAD Municipal
 Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal
 San Cristóbal de Patate

Codigo de Color:	
Rojo	Mantenimiento General
Amarillo	Inspección y revisión
Verde	Limpieza y lubricación

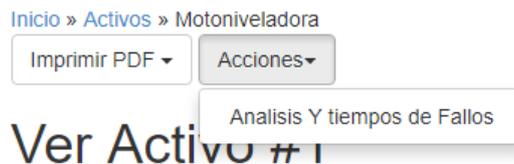
Máquina/Motoniveladora	Código:	Enero	Febrero
Sistema	actividades	1	1
Sistema de Freno	Revisión de la válvula de freno		
Sistema de Freno	Mantenimiento de la bomba de freno		25
Sistema de Freno	Mantenimiento y revisión de disco de embrague		
Sistema de Freno	Inspección del pedal del freno		
Sistema de Freno	Revisión de mangueras		25
Sistema de Freno	Limpieza y lubricación de engranes planetarios	5	
Sistema de Freno	Revisión de resortes		25
Sistema de Freno	Revisión de freno de parqueo		
Sistema de motor Subistema de admisión y escape	Revisión y mantenimiento del turbocompresor		
Sistema de motor Subistema de admisión y escape	Revisión de válvula de escape		
Sistema de motor Subistema de admisión y escape	Revisión y mantenimiento de múltiplo de escape	5	
Sistema de motor Subistema de admisión y escape	Cambio de filtro de aire		
Sistema de motor Subistema de alimentación	Limpieza y mantenimiento de bomba de inyección		17
Sistema de motor Subistema de alimentación	Limpieza y revisión de tanque de combustible		
Sistema de motor Subistema de alimentación	Revisión y mantenimiento de inyectores		
Sistema de motor Subistema de alimentación	Mantenimiento de bomba de alimentación		

Nota:

La impresión de la bitácora es el proceso más pesado del sistema, debido a que para generarla se escanean todas las actividades subidas para todas las máquinas del GAD, por lo que requiere mínimo 2 Gigabytes de memoria RAM

- La bitácora de mantenimiento se actualiza automáticamente el momento de actualizar alguna actividad, simplemente se debe volver a imprimir.

Pestaña Acciones: despliega el menú de Análisis de tiempos y fallos



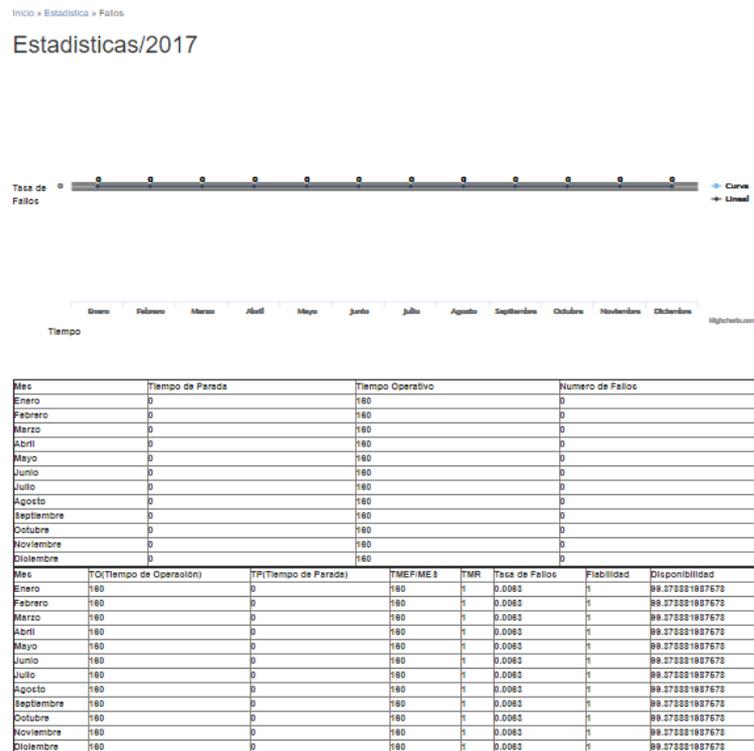
Se desplegará la siguiente pantalla:



Aquí se puede ejecutar la gráfica de la curva de la bañera para cada activo por año, por ejemplo ingresando 2017.

Se mostrará información importante como:

- Curva de la bañera: Tasa de fallos vs Tiempo/Mes
- Tiempos de paradas
- Tiempos operativo
- Número de fallos
- Tiempo medio entre fallos
- Fiabilidad
- Tiempo medio de reparación
- Disponibilidad



AMFEs: En esta pestaña se carga la información a la base de datos para poder imprimirla en la pestaña Activos. Al igual que en pestañas anteriores se muestra la lista de AMFEs, Crear AMFE y Administrar AMFE

Crear AMFE: Debe agregarse la siguiente información

Tabla F2: Información para creación de AMFE

Máquina	Elaborado por
Fecha de elaboración	Elaborado por
Sistema	Revisado por
Fecha de revisión	Aprobado por
Jefe de Taller	Componente
Función de componente	Efecto de Fallo
Recomendación	Fallo (VF)
Gravedad(VG)	Detección (VD)

Fuente: Autor

Se mostrará la siguiente pantalla:



Nota:

- Se debe alimentar la información ítem por ítem
- La persona que elabora el AMFE por defecto se guardará como el usuario que lo realiza
- El valor de NPR se calcula automáticamente en el sistema con los valores de VF, VG, VD.

Administrador de AMFE: Se mostrará una tabla en la que puede visualizar, editar o eliminar y de igual forma poner filtros de búsqueda.

Administrador de AMFES

Busqueda Avanzada

Viendo 1-10 de 56 resultados.

Id AMFES	Máquina	Elaborado Por	Fecha Elaboración	Sistema	Revisado Por	
5	1	6	23-08-2017	Sistema de transmisión	6	 
6	1	6	23-08-2017	Sistema de transmisión	6	 
7	1	6	23-08-2017	Sistema de transmisión	6	 
8	1	6	23-08-2017	Sistema de transmisión	6	 
9	1	6	23-08-2017	Sistema de transmisión	6	 
10	1	6	23-08-2017	Sistema de transmisión	6	 
11	1	6	23-08-2017	Sistema hidráulico	6	 
12	1	6	23-08-2017	Sistema hidráulico	6	 
13	1	6	23-08-2017	Sistema hidráulico	6	 
14	1	6	23-08-2017	Sistema hidráulico	6	 

- Manual
- Operaciones
- Lista de AMFES
- Crear AMFES

- **REPUESTOS**

En el menú de repuestos se gestiona la órdenes de compra del GAD, se maneja el inventario de repuestos, administra los empleados y mecánicos existentes como parte del talento humano.

En este módulo se empezará la explicación en la pestaña de mecánicos, empleados, stock para finalmente ejecutar una orden de compra

Mecánicos

Aquí se registra la información del o los mecánicos que tenga el GAD Patate, solicitando nombre, correo, usuario, fecha de creación. Para crear un nuevo mecánico se debe dar click en la pestaña “Nuevo Mecánico” e ingresar los datos.

Se puede realizar la búsqueda por nombre del mecánico.

Ordenes de Compras
Stock
Empleados
Mecánicos

Buscar Usuarios
+ Nuevo Mecanico

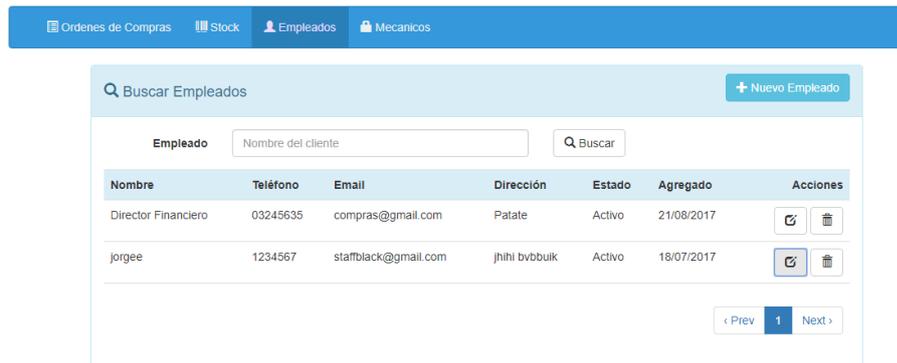
Nombres: Buscar

ID	Nombres	Usuario	Email	Agregado	Acciones
76	Hector Naranjo	hectornaranjo	hectornaranjo@gmail.com	23/08/2017	 

« Prev 1 Next »

Empleados

En esta pestaña se registrará el personal administrativo o de mantenimiento del GAD Patate que estén en la facultad de solicitar una orden de compras. Tiene una interfaz muy similar a la anterior.



Stock

Genera el inventario del stock de repuestos. En la pestaña “Nuevo Producto” se agrega los diferentes ítems. La información solicitada es:

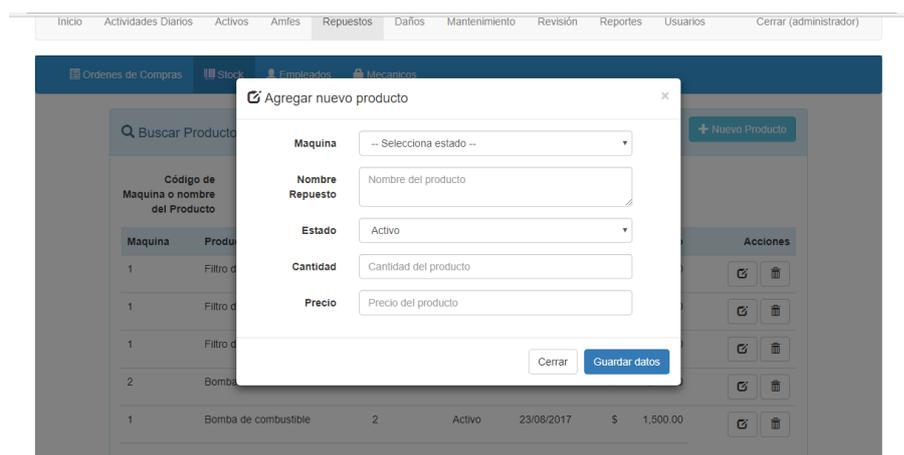
Máquina: la que está directamente relacionada con los activos

Nombre del repuesto: Nombre

Estado: Tiene dos opciones, Activo en caso de estar en stock o Inactivo en caso de haber sido dado de baja o en caso de que este en inventario pero no esté disponible

Cantidad: Cantidad del repuesto disponible

Precio: Valor económico



Una vez creado el repuesto se mostrarán enlistados.

De igual forma se pueden editar o eliminar los repuestos mediante los iconos de la derecha de la tabla.

Ordenes de Compras Stock Empleados Mecanicos

Buscar Productos [+ Nuevo Producto](#)

Código de Maquina o nombre del Producto

Maquina	Producto	Cantidad	Estado	Agregado	Precio	Acciones
1	Filtro de Gasolina	57	Activo	21/07/2017	\$ 4.00	
1	Filtro de Aceite	55	Activo	21/07/2017	\$ 44.00	
1	Filtro de Aire	3	Activo	27/07/2017	\$ 10.00	
2	Bomba de aceite	1	Activo	24/08/2017	\$ 2,500.00	
1	Bomba de combustible	2	Activo	23/08/2017	\$ 1,500.00	

Como se mencionó anteriormente los ítems que sean menor a cinco activaran el sistema de alertas de la pestaña inicio.

Órdenes de Compra

Tiene la función de gestionar las compras del GAD Patate. Se debe dar click en nueva orden

Patate GAD Municipal Sistema de Gestión de Mantenimiento

Inicio Actividades Diarias Activos Amfies Repuestos Daños Mantenimiento Revisión Reportes Usuarios Cerrar (administrador)

Ordenes de Compras Stock Empleados Mecanicos

Buscar Ordenes de Compras [+ Nueva Orden](#)

Solicitado por o # de Orden

Aparecerá la siguiente pantalla:

Se debe añadir la siguiente información:

Mecánico y Operario son datos que fueron ingresados anteriormente en los activos y constan en la base de datos.

Solicitante se autocompleta automáticamente con la información de los empleados.

N° de orden y N° de registro son datos que se manejan internamente en el GAD Patate.

La opción pago muestra las diferentes opciones de compra que se pueden realizar

De igual manera se puede acceder al menú de empleados con la pestaña que se muestra en la imagen

Ejemplo de nueva orden de compra

- Llenar campos



Sistema de Gestión de Mantenimiento

Inicio Actividades Diarias Activos Amfes Repuestos Daños Mantenimiento Revisión Reportes Usuarios Cerrar (administrador)

Ordenes de Compras Stock Empleados Mecanicos

Nueva Orden de Compra

Solicitante	Director de Obras Públicas	Teléfono	03245635	Email	compras@gmail.com
Mecanico	Hector Naranjo	Fecha	01/09/2017	Pago	Pendiente
Operario y Maquina	Alejandro Melo, Volqueta	Nº de Orden		Nº de Registro	

+ Nuevo producto + Nuevo Empleado Q Agregar productos Imprimir

- Agregar Producto

Ordenes de Compras Stock Empleados Mecanicos

Nueva Orden de Compra

Solicitante	Director de Obras Públicas	Teléfono	03245635	Email	compras@gmail.com
Mecanico	Hector Naranjo	Fecha	01/09/2017	Pago	Pendiente
Operario y Maquina	Alejandro Melo, Volqueta	Nº de Orden		Nº de Registro	

+ Nuevo producto + Nuevo Empleado Q Agregar productos Imprimir

Aparecerá el listado del Stock anteriormente subido,

Modificar la cantidad requerida del ítem.

Dar click en botón más para agregar productos.

Ordenes de Compras Stock Empleados Mecanicos

Buscar productos

Código de la Maquina	Producto	Cant.	Precio	Agregar
1	Filtro de Gasolina	2	4.00	+
1	Filtro de Aceite	1	44.00	+
1	Filtro de Aire	1	10.00	+
2	Bomba de aceite	1	2500.00	+
1	Bomba de combustible	1	1500.00	+

< Prev 1 Next >

Cerramos la pestaña y automáticamente calculará el precio unitario, precio total y calculará el IVA para calcular valor total.

Nueva Orden de Compra

Solicitante: Teléfono: Email:

Mecanico: Fecha: Pago:

Operario y Maquina: N° Orden: N° de Registro:

CODIGO	CANT.	DESCRIPCION	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
2	1	Bomba de aceite	2,500.00	2,500.00
1	2	Filtro de Gasolina	4.00	8.00
SUBTOTAL \$				2,508.00
IVA (12)% \$				300.96
TOTAL \$				2,808.96

Finalmente damos click en botón imprimir



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL DE PATATE

Orden N° 8

Departamento de Obras Publicas

Orden de Compras de Repuestos

Solicitado por			
Director Financiero			
Teléfono: 03245635			
Email: compras@gmail.com			
Maquina: Volqueta, N° de Activo: 12 Operario: Alejandro Melo			
Mecanico	FECHA		
Hector Naranjo	01/09/2017		
REPUESTO	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
Filtro de Gasolina	2	4.00	8.00
Bomba de combustible	1	1,500.00	1,500.00
		SUBTOTAL \$	1,508.00
		IVA (12)% \$	180.96
		TOTAL \$	1,688.96

Mecanico Director de Obras Publicas Director Financiero

- **DAÑOS**

Registra los fallos o daños ocurridos durante el trabajo de las diferentes máquinas pesadas del GAD. Tiene una interfaz similar a las utilizadas anteriormente con las opciones de crear un informe, administrar, imprimir visualizar y eliminar.

Inicio » Informe de Daños » Administrador

Administrador de Informe de Daños

Busqueda Avanzada

Viendo 1-5 de 5 resultados.

Id Daños	Máquina	Número de Registro	Fecha	Número de Informe	Informe de Daños	
1	5	66	20-07-2017	1234	fdsf dsflkjklklfd fsd fdsf dsflkjklklfd fsd fdsf dsf	 
2	6	123	20-07-2017	121	momomtggh g fgf gf gfg f. f wfew fevf evf evf evf evf evf evf evf ewfew few few	 
3	5	66	20-07-2017	12		 
4	5	7777777	21-07-2017	123456	cadssadas sd asd asd asdsa dasd asd	 
5	Motoniveladora	2	15-08-2017	10452	Golpe de chasis de la máquina	 

- Manual
- Operaciones
- Lista de Informes de Daños
- Crear Informe de Daños

Crear Informe

Requiere Ingresar la siguiente información:

Máquina	N° de registro
Fecha	N° de informe
Fecha de Verificación	Informe de daños
Descripción	Responsable del bien
Verificación de Daños	Mecánico
Autorización de reparación	Autorización financiero

Se mostrará la siguiente pantalla

Inicio » Informe Danos » Crear

Crear Informe de Daños

Máquina *

Motoniveladora ▼

Número de Registro *

Fecha

Número de Informe *

Fecha de Verificación *

Informe de Daños *

Descripción *

Visualizar informe de daños

Inicio	Actividades Diarios	Activos	Amfes	Repuestos	Daños	Mantenimiento	Revisión	Reportes	Usuarios
--------	---------------------	---------	-------	-----------	-------	---------------	----------	----------	----------

Inicio » Informe Daños » 5

Ver Informe de Daños #5

[Imprimir Informe](#)

Id Daños	5
Máquina	Motoniveladora
Número de Registro	2
Fecha	15-08-2017
Número de Informe	10452
Informe de Daños	Golpe de chasis de la máquina
Descripción	Se presenta fuga de aceite
Responsable del Bien	Fernando Quispe
Verificación de Daños	Fisura en tanque de aceite
Fecha de Verificación	15-08-2017
Mecánico	1
Autorización Reparacion	Ing. Luciano Soria
Autorización Financiero	nn

El formato de impresión del informe es el siguiente, basado al que se utiliza en el GAD actualmente.

	Gobierno Autónomo Descentralizado San Cristóbal de Patate	
Informe de los Daños de los Bienes: Informe N°5		
MÁquina: Motoniveladora	N° de Registro: 2	
Fecha:15-08-2017	N° de Informe: 10452	
Informe de Daños: Golpe de chasis de la máquina		
Se presenta fuga de aceite		

Responsable del Bien: Fernando Quispe		
Verificación de los Daños Mecánicos: Fecha:15-08-2017		
Fisura en tanque de aceite		

Mecanico: Hector Naranjo		
Autorización de Reparación:	Fecha: 15-08-2017	

Director OOPP: Ing. Luciano Soria	Director Financiero: Cristhian Oñate	

- **MANTENIMIENTO**

Permite crear órdenes de ejecución de mantenimiento. Tiene una interfaz similar a las utilizadas anteriormente con las opciones de crear un informe, administrar, imprimir, visualizar y eliminar.

También se puede imprimir las órdenes de ejecución de mantenimiento en función de los formatos utilizados en el GAD y recomendados en la tesis.

Es muy importante esta pestaña, porque está vinculada a la pestaña reportes que genera el registro de fallos de maquinaria y permite añadir información a la gráfica de la curva de la bañera de la pestaña activos.

Crear Orden de ejecución de Mantenimiento

En esta pantalla se debe agregar la información que se muestra en la figura.

Inicio » Mantenimiento

Crear Orden de Ejecución de Mantenimiento

Revisado:	<input type="text"/>	Fecha:	<input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>
Aprobado:	<input type="text"/>	Máquina:	Selección: <input type="text"/>
Autorizado:	<input type="text"/>	Horómetro:	<input type="text"/>
Nº de Orden:	<input type="text"/>	Nº de Registro:	<input type="text"/>

Fecha de Inicio:	Fecha de Culminación	Tipo de Mantenimiento
<input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>	<input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>	 Mantenimiento General
<input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>	<input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>	Inspección y Revisión
<input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>	<input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>	Limpieza y Lubricación

Observaciones:

En la opción “Tipo de mantenimiento” se pueden agregar o editar en caso de requerir el usuario.

- **REVISIÓN**

Permite agregar la información de mantenimientos preventivos para la bitácora. Al ser una base de datos se debe agregar una por una las actividades de mantenimiento, es decir cada actividad es una revisión.

De igual forma se puede editar, crear, eliminar revisiones en función de las necesidades del GAD, con la interfaz explicada anteriormente.

Crear una revisión

Ejemplo:

Inicio » Revisión » Crear

Crear Revisión

Día *
1

Mes *
Enero

Año *
2017

Tipo de Revisión *
Mantenimiento General

Activo
Motoniveladora

Actividad *
Revisión y mantenimiento del par cónico diferencial

Crear

Manual
Operaciones
Lista Revisión
Administrador Revisión
Crear Actividad de Mantenimiento

Tipo de revisión: tiene tres opciones mantenimiento general, inspección y revisión, limpieza y lubricación. Estos generaran los colores automáticamente en la bitácora.

Activo: mostrará las máquinas en base a los activos agregados anteriormente.

Actividad: Están precargadas anteriormente y subdivididas por sistemas y subsistemas. En el menú de la derecha el usuario cuenta con la opción para crear una nueva actividad.

Inicio » Revisión » 21 » Actualizar

Sistema de transmisión

Revisión y mantenimiento del par cónico diferencial
Revisión caja de cambios
Revisión y mantenimiento de la bomba de dirección
Revisión y mantenimiento de disco de embrague
Revisión de las juntas de transmisión
Revisión de corona
Mantenimiento y revisión de la servo transmisión
Mantenimiento de cilindro del cucharón

Sistema hidráulico

Mantenimiento del limitador de presión
Mantenimiento de la bomba hidráulica
Revisión de las cañerías
Cambio de filtro hidráulico
Revisión del tanque hidráulico
Mantenimiento de motor hidráulico
Limpieza y lubricación del cilindro simple efecto
Revisión de válvula 2/2
Mantenimiento de cilindro de pluma
Mantenimiento de cilindro del brazo

Revisión y mantenimiento del par cónico diferencial

Guardar

- **REPORTES**

La Pestaña reportes cumple dos funciones.

Inicio » Reportes

Reportes

Función 1



Resumen de Fallos de la Maquinaria Pesada

Función 2



Reporte de Orden de Servicio por Rango

Fecha Inicial	Fecha Final
dd/mm/aaaa	dd/mm/aaaa
<input type="button" value="Enviar"/>	

© Sistema de Gestión de Mantenimiento. Todos los derechos reservados.

1. Permite acceder al resumen de fallos de la maquinaria.

Para acceder hay que hacer click como se muestra en la imagen

Ver Orden de Tipo de mantenimiento #1

Id Orden E M T	1
N Orden	23
Fecha Inicio	2016-02-23
Fecha Culminación	2016-02-24
Tipo Mantenimiento	Mantenimiento General
Máquina	1
Horas Mantenimiento	12
Código	1232309073301
Tiempo Mtt	0
Descripción	Mantenimiento de motor
Operario	Hector Moscoso
Mecánico	Hector Naranjo
Director Obras Públicas	Ing. Luciano Soria

Manual
Operaciones
Lista
Crear
Actualizar
Eliminar
Administrador

La función principal del resumen de fallos de maquinaria es asignar las horas de parada y mantenimiento de las órdenes de mantenimiento, automáticamente dicha información permitirá al sistema calcular los indicadores de mantenimiento y a la vez permite graficar la curva de la bañera.

2. Genera Ordenes de servicio por Rango

Genera las órdenes en base a la bitácora de mantenimiento, pueden imprimirse diariamente, semanalmente, mensualmente en función de las necesidades del GAD

Ejemplo:

Imprimiremos órdenes de trabajo para una semana como se muestra en la figura

Reporte de Orden de Servicio por Rango

Fecha Inicial

Fecha Final

01/01/2017

08/01/2017

Enviar

Damos click en enviar, y automáticamente se imprimen todas las órdenes de trabajo registradas en revisiones para cada máquina.



Gobierno Autónomo Descentralizado
San Cristóbal de Patate



Orde de Trabajo			Inicio:2017-01-01 Final:2017-01-08
Fecha	Activo	Actividad	
2017-01-01	2017-01-01	2017-01-03	Activo N°1Motoniveladora Actividad:Revisión de las caferias
2017-01-04	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Cambio de filtro hidráulico	
2017-01-02	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Revisión y mantenimiento del motor de arranque	
2017-01-04	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Revisión de mangueras	
2017-01-04	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Cambio de filtro de combustible	
2017-01-04	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Inspección de ventilador	
2017-01-04	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Mantenimiento del termostato	
2017-01-05	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Revisión de árbol de levas	
2017-01-05	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Mantenimiento de varilla empujadora	
2017-01-05	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Revisión y mantenimiento de válvulas	
2017-01-05	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Revisión de válvula de escape	
2017-01-05	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Revisión y mantenimiento de múltiple de escape	
2017-01-06	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Inspección del cárter	
2017-01-06	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Inspección y limpieza del block del motor	
2017-01-06	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Mantenimiento del volante de inercia	
2017-01-01	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Inspección del cigueñal	
2017-01-06	Activo N°2Motoniveladora	Actividad:Revisión de Relé Eléctrico	
2017-01-06	Activo N°2Motoniveladora	Actividad:Revisión de Relé Eléctrico	
2017-01-07	Activo N°2Motoniveladora	Actividad:Revisión de mangueras	
2017-01-07	Activo N°2Motoniveladora	Actividad:Limpieza y lubricación de engranes planetarios	

Pagina 1/2



Gobierno Autónomo Descentralizado
San Cristóbal de Patate



2017-01-06	Activo N°2Motoniveladora	Actividad:Revisión de freno de parqueo
2017-01-06	Activo N°3Retroexcavadora	Actividad:Mantenimiento de la bomba hidráulica
2017-01-06	Activo N°3Retroexcavadora	Actividad:Revisión de las caferias

Pagina 2/2

- **USUARIOS**

Permite crear, editar, administrar usuarios en el sistema. Se tiene cinco niveles diferentes de usuarios.

Niveles de Usuario

Nivel 1: Director de Obras Públicas

Inicio

- Observa la Alarma

Actividades Diarios

- Crear, administrar, Lista de informes

Activos

- Crea, administra y edita
- Imprime: Activo, resumen de fallos, Stock, Bitácora, AMFE
- Puede observar las gráfica de curva de la bañera

Repuestos

- Órdenes de compra – puede crear una nueva orden, descargar o eliminar
- Puede crear nuevo producto, editar descargar o eliminar
- Clientes – crear, editar o eliminar nuevo empleado
- Mecánico – crear, editar o eliminar nuevo empleado

Daños

- Administrador de informe de daños – Crear informe de daños – Lista de informe de daños

Mantenimiento

- Crear órdenes de ejecución de mantenimiento – Administrar órdenes de ejecución de mantenimiento

Revisión

- Crear, ver y administrar revisión

Reporte de órdenes de servicio

- Puede generar órdenes de trabajo semanal

Nivel 2: Jefe de taller Mecánico

Inicio

- Observa la Alarma

Actividades Diarios

- Crear, administrar, Lista de informes

Activos

- administra y editar Activos (no puede Crear)
- Imprime: Activo, resumen de fallos, Stock, Bitácora, AMFE
- Puede observar las gráfica de curva de la bañera

Repuestos

- Órdenes de compra – puede crear una nueva orden, descargar (no puede Eliminar)
- No Puede crear nuevo producto, No editar descarga o eliminar (solo puede Observar los productos)
- Cliente – Solo puede observar Clientes
- Mecánico – Solo puede observar y asignar mecánicos

Daños

- Administrador de informe de daños – Crear informe de daños – Lista de informe de daños

Mantenimiento

- Crear órdenes de ejecución de mantenimiento – Administrar órdenes de ejecución de mantenimiento

Revisión

- Crear, ver y administrar revisión

Reporte de orden de servicio

Niveles de Usuario

Nivel 3: Operario

Inicio

- Observa Alarma

Actividades Diarios

- Solo Ver Lista de informes

Activos

- Solo Puede ver Activos

Repuestos

- Solo puede ver el Stock de repuestos,
- Puede observar mecánicos y proveedores (no editar ni crear)

Daños

- Solo puede Ver la lista del informe de daños

Mantenimiento

- Solo puede observar las ordenes de ejecución de mantenimiento

Revisión

- No puede ver pestaña de revisión (no tiene Acceso)

Reporte de orden de servicio

- No puede generar órdenes de trabajo semanal

Nivel 4: Bodeguero - Administrador de Stock –

Inicio

- Observa la Alarma

Actividades Diarios

- Ver Lista de informes

Activos

- Ver Activos
- Imprime: Activo, resumen de fallos, Stock

Repuestos

- Órdenes de compra – No puede crear una nueva orden, descargar o eliminar
- Puede crear nuevo producto, editar descargar o eliminar
- Clientes – crear, editar o eliminar nuevo empleado
- Mecánico – Solo puede Observar

Daños

- Solo puede observar los informes de daños, solo puede observar la lista (no edita ni elimina o crea)

Mantenimiento

- Solo puede ver órdenes de ejecución de mantenimiento

Revisión

- Puede Ver Revisiones

Reporte de órdenes de servicio

- No puede generar órdenes de trabajo semanal

Nivel 5: Director Financiero

Inicio

- Observa la Alarma

Actividades Diarios

- Ver Lista de informes

Activos

- Ver Activos
- Imprime: Activo, resumen de fallos, Stock
- No puede observar gráfica de curva de la bañera

Repuestos

- Órdenes de compra – puede crear una nueva orden, descargar o eliminar
- Puede crear nuevo producto, editar descargar o eliminar
- Clientes – crear, editar o eliminar nuevo empleado
- Mecánico – crear, editar o eliminar nuevo empleado

Daños

- Solo puede observar los informes de daños, solo puede observar la lista (no edita ni elimina o crea)

Mantenimiento

- Solo puede ver órdenes de ejecución de mantenimiento

Revisión

- Puede Ver Revisiones

Reporte de órdenes de servicio

- No Puede generar órdenes de trabajo semanal

Administración de Usuarios:

Se maneja mediante la interfaz ya mencionada anteriormente, solo el Nivel 1 de usuario (Director de Obras Públicas) tiene acceso a esta pestaña.

Inicio » Users » Administrador

Administrador de Usuarios

Busqueda Avanzada

Viendo 1-6 de 6 resultados.

ID	Usuario	Contraseña	Cedula	Nombre	Apellido	Email	Nivel	
6	administrador	administrador	1234567898	Cristhian	Oate	staffblack@gmail.com	1	 
63	administrador2	administrador	1234567899	adnjmin	admin	staffblack@gmail.com	1	 
65	ingreso	ingreso	123456				2	 
76	hectomaranjo	hector	0	Hector	Naranjo	hectomaranjo@gmail.com	3	 
77	nivel4	nivel4	12345	nivel4	nivel4	nivel4@gmail.com	4	 
78	nivel5	nivel5	123456	nivel5	nivel5	nivel5	5	 

- Manual
- Operaciones
- Lista de Usuarios
- Ingresar Usuarios

Figura F48 Administrador de usuarios

Fuente: Autor

ANEXO G
IMPLEMENTACIÓN

Por motivos de confidencialidad de la información del GADM de Patate, se ha procedido a mostrar ejemplos representativos del uso del sistema de gestión de mantenimiento.

Inicio Actividades Diarios Activos Amfes Repuestos Daños **Mantenimiento** Revisión Reportes Usuarios Cerrar (administrador)

Inicio » Activos » Administrador

Administrador Activos

Busqueda Avanzado

Viendo 1-10 de 14 resultados.

Id Activo	Ficha	Tipo Activo	Equipo	Serie Motor	Marca	
1	Maquinaria	Pesada	Motoniveladora	A18458	Mitsubishi	 
2	Maquinaria	Pesada	Motoniveladora	NA	Gallón	 
3	Maquinaria	Pesada	Retroexcavadora	26439370	Hyundai	 
4	Maquinaria	Pesada	Retroexcavadora	G4D31062	Caterpillar	 
5	Maquinaria	Pesada	Cargadora	486845	CASE	 
6	Maquinaria	Pesada	Minicargadora	CJS64808	Caterpillar	 
7	Maquinaria	Pesada	Cargadora	62K11709	Caterpillar	 
8	Maquinaria	Pesada	Tractor	8001383	CASE	 
9	Maquinaria	Pesada	Tractor	4240002P004950	Dressta	 
10	Maquinaria	Pesada	Volqueta	A18458	HINO	 

Ir a página: [1](#) [2](#) [Siguiente >](#)

© Sistema de Gestión de Mantenimiento. Todos los derechos reservados.

Figura G1 Listado de Activos

Fuente: Autor

Implementación Motoniveladora Galión 500



- [Lista de Activo](#)
- [Crear Activo](#)
- [Actualizar Activo](#)
- [Eliminar Activo](#)
- [Administrador de Activo](#)

Id Activo	2
Ficha	Maquinaria
Tipo Activo	Pesada
Equipo	Motoniveladora
Serie Motor	NA
Marca	Galión
Placa	NA
Registro	2
Año Fabricación	1993
Modelo	500t
Chofer	Fernando Quispe
Serie de Chasis	NA
Tipo Combustible	Diésel
Modelo Motor	GMC
Área Asignada	Patio Automotriz

Figura G2 Activo Motoniveladora Galion 500

Fuente: Autor



Gobierno Autónomo Descentralizado
San Cristóbal de Patate



Ficha:Maquinaria		Tipo:Pesada	
			
Equipo:Motoniveladora	Serie del Motor:NA		
Marca:Galión	Placa:NA		
Registro:2	Año de Fabricación:1983		
Modelo:500t	Chofer:Fernando Quispe		
Serie chasis:NA	Tipo de Combustible:Diésel		
Modelo del Motor:GMC	Área Asignada:Patio Automotriz		
Color:Amarillo	Cilindrada:10.1 Lt		
Potencia:110 Kw (147 Hp)	Peso de Orden de Trabajo:158000 Kg (24880 Lb)		
SISTEMAS			
Sistema Motriz: si	Sistema Eléctrico: si		
Sistema de Transmisión: si	Sistema de Dirección: si		
Sistema de Frenos: si	Sistema de Suspensión: si		
Manual de Fabricante:	si		
Función Principal			
Nivelar Terrenos Irregulares			
Elaborado Por:	Fecha:	Aprobado por:	Fecha:
Cristhian Oñate	2017-08-02	Héctor Naranjo	2017-08-02

Figura G3 Activo Motoniveladora Galion 500 – Ficha impresa

Fuente: Autor

Imprimir Informe		Operaciones	
Id Daños	8	Lista de Informes de Daños	
Máquina	Motoniveladora	Crear Informe de Daños	
Número de Registro	1002	Actualizar Informe de Daños	
Fecha	04-11-2017	Eliminar Informe de Daños	
Número de Informe	17713	Administrador de Informe de Daños	
Informe de Daños	Freno en mal estado		
Descripción	Freno en mal estado en caserío Laitillo		
Responsable del Bien	Fernando Quispe		
Verificación de Daños	Es necesaria la reparación la manguera de la bomba de freno.		
Fecha de Verificación	05-11-2017		
Mecánico	1		
Autorización Reparacion	Ing. Luciano Soria		
Autorización Financiero	Ing. Verónica Freire		

Figura G4 Informe de daños Motoniveladora Galion 500 – 04/11/2017

Fuente: Autor

Imprimir Informe

Id Daños	9
Máquina	Motoniveladora
Número de Registro	1002
Fecha	24-11-2017
Número de Informe	17734
Informe de Daños	Fuga de aceite
Descripción	Fuga de aceite de manguera de angulación
Responsable del Bien	Fernando Quispe
Verificación de Daños	Necesario reemplazo de manguera de sistema de angulación, dos acoples de aceite, manguera rota por años de trabajo
Fecha de Verificación	24-11-2017
Mecánico	1
Autorización Reparación	Ing. Luciano Soria
Autorización Financiero	Ing. Verónica Freire

[Lista de Informes de Daños](#)

[Crear Informe de Daños](#)

[Actualizar Informe de Daños](#)

[Eliminar Informe de Daños](#)

[Administrador de Informe de Daños](#)

© Sistema de Gestión de Mantenimiento. Todos los derechos reservados.

Figura G5 Informe de daños Motoniveladora Galion 500 – 24/11/2017

Fuente: Autor

Imprimir Informe

Id Daños	10
Máquina	Motoniveladora
Número de Registro	1002
Fecha	01-12-2017
Número de Informe	17744
Informe de Daños	Llanta dañada
Descripción	Llanta se daña durante jornada de trabajo
Responsable del Bien	Fernando Quispe
Verificación de Daños	Llanta dañada por fuga de aire
Fecha de Verificación	01-12-2017
Mecánico	1
Autorización Reparación	Ing. Luciano Soria
Autorización Financiero	Ing. Verónica Freire

[Lista de Informes de Daños](#)

[Crear Informe de Daños](#)

[Actualizar Informe de Daños](#)

[Eliminar Informe de Daños](#)

[Administrador de Informe de Daños](#)

© Sistema de Gestión de Mantenimiento. Todos los derechos reservados.

Figura G6 Informe de daños Motoniveladora Galion 500 – 01/12/2017

Fuente: Autor

Implementación motoniveladora Mitsubishi MG430 e



[Cambiar Imagen](#)

- [Lista de Activo](#)
- [Crear Activo](#)
- [Actualizar Activo](#)
- [Eliminar Activo](#)
- [Administrador de Activo](#)

Id Activo	1
Ficha	Maquinaria
Tipo Activo	Pesada
Equipo	Motoniveladora
Serie Motor	A18458
Marca	Mitsubishi
Placa	NA
Registro	2001
Año Fabricación	2008
Modelo	MG 430 e
Chofer	Héctor Moscoso
Serie de Chasis	4GA00877
Tipo Combustible	Diesel
Modelo Motor	6D24-E1
Área Asignada	Patío Automotriz
Color	Amarillo
Cilindrada	11,9 L
Potencia	115,6 Kw (155 HP)
Peso O Trabajo	16400 Kg (36156 lb)

Figura G7 Activo Motoniveladora MG460e

Fuente: Autor

file:///C:/Users/LapDell/Downloads/activo%20(4).pdf

Gobierno Autónomo Descentralizado
San Cristóbal de Patate

Ficha: Maquinaria	Tipo: Pesada
Equipo: Motoniveladora	Serie del Motor: A18458
Marca: Mitsubishi	Placa: NA
Registro: 2001	Año de Fabricación: 2008
Modelo: MG 430 e	Chofer: Héctor Moscoso
Serie chasis: 4GA00877	Tipo de Combustible: Diesel
Modelo del Motor: 6D24-E1	Área Asignada: Patío Automotriz
Color: Amarillo	Cilindrada: 11,9 L
Potencia: 115,6 Kw (155 HP)	Peso de Orden de Trabajo: 16400 Kg (36156 lb)
SISTEMAS	
Sistema Motriz: si	Sistema Eléctrico: si
Sistema de Transmisión: si	Sistema de Dirección: si
Sistema de Frenos: si	Sistema de Suspensión: si
Manual de Fabricante: si	
Función Principal	
Nivelar Terrenos Irregulares	
Elaborado Por: Cristian Oñate	Fecha: 2017-03-07
Aprobado por: Héctor Naranjo	Fecha: 2017-05-29

Figura G8 Ficha Activo Motoniveladora MG460e

Fuente: Autor

[Imprimir Informe](#)

Id Daños	11
Máquina	Motoniveladora
Número de Registro	1001
Fecha	26-10-2017
Número de Informe	18712
Informe de Daños	Maquina se apaga
Descripción	Se apaga el motor y se queda diesel en los filtros
Responsable del Bien	Héctor Moscoso
Verificación de Daños	Despresurización del combustible, es necesario chequeo, arreglo o reparación de la bomba de inyección. Trabajo a realizarse en taller especializado de inspección
Fecha de Verificación	26-10-2017
Mecánico	1
Autorización Reparación	Ing. Luciano Soria
Autorización Financiero	Ing. Verónica Freire

Operaciones
Lista de Informes de Daños
Crear Informe de Daños
Actualizar Informe de Daños
Eliminar Informe de Daños
Administrador de Informe de Daños

© Sistema de Gestión de Mantenimiento. Todos los derechos reservados.

Figura G9 Informe de daños Motoniveladora MG460e – 26/10/2017

Fuente: Autor



Gobierno Autónomo Descentralizado
San Cristóbal de Patate



Orde de Trabajo			Inicio:2017-11-14 Final:2017-11-17
Fecha	Activo	Actividad	
2017-11-16	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Revisión de mangueras	
2017-11-14	Activo N°1Motoniveladora	Actividad:Cambio de filtro de aire	
2017-11-14	Activo N°2Motoniveladora	Actividad:Cambio de filtro de aire	
2017-11-15	Activo N°2Motoniveladora	Actividad:Cambio de filtro de aceite	

Figura G10 Actividades de mantenimiento.

Semana 13 -17 noviembre para Motoniveladora MG430e

Fuente: Autor



Sistema de Gestión de Mantenimiento

Inicio Actividades Diarias Activos Amfes Repuestos Daños Mantenimiento Revisión Reportes Usuarios Cerrar (administrador)

Inicio » Informe Daños » 6

Ver Informe de Daños #6

Imprimir Informe

Id Daños	6
Máquina	Motoniveladora
Número de Registro	1001
Fecha	07-11-2017
Número de Informe	18726
Informe de Daños	Motoniveladora se apaga inesperadamente
Descripción	Cargando en la vía se apaga el motor
Responsable del Bien	Gonzalo Moscoso
Verificación de Daños	Daño en la bomba de alimentación de diésel, se procede al cambio de alimentación de 24 VDC
Fecha de Verificación	07-11-2017
Mecánico	1
Autorización Reparacion	Ing. Luciano Soria
Autorización Financiero	Ing. Verónica Freire

Manual
Operaciones
Lista de Informes de Daños
Crear Informe de Daños
Actualizar Informe de Daños
Eliminar Informe de Daños
Administrador de Informe de Daños

© Sistema de Gestión de Mantenimiento. Todos los derechos reservados.

Figura G11 Informe de daños en sistema Motoniveladora MG430 e – 07/11/2017

Fuente: Autor



Gobierno Autónomo Descentralizado
San Cristóbal de Patate



Informe de los Daños de los Bienes: Informe N°6	
MÁquina: Motoniveladora	N° de Registro: 1001
Fecha:07-11-2017	N° de Informe: 18726
Informe de Daños: Motoniveladora se apaga inesperadamente	
Cargando en la vía se apaga el motor	

Responsable del Bien: Gonzalo Moscoso

Verificación de los Daños Mecánicos:	Fecha:07-11-2017
Daño en la bomba de alimentación de diésel, se procede al cambio de alimentación de 24 VDC	

Mecanico: Hector Naranjo

Autorización de Reparación:	Fecha: 07-11-2017
------------------------------------	--------------------------

Director OOPP: Ing. Luciano Soria

Director Financiero: Ing. Verónica Freire

Figura G12 Ficha de informe de daños Motoniveladora MG430e

Fuente: Autor

Implementación volqueta Hino #2



[Cambiar Imagen](#)

- [Lista de Activo](#)
- [Crear Activo](#)
- [Actualizar Activo](#)
- [Eliminar Activo](#)
- [Administrador de Activo](#)

Id Activo	11
Ficha	Maquinaria
Tipo Activo	Pesada
Equipo	Volqueta
Serie Motor	J08EUD18337
Marca	HINO
Placa	TMA 1044
Registro	11
Año Fabricación	2012
Modelo	GH8JGSD
Chofer	Gabriel Rodríguez
Serie de Chasis	9F3GH8JGSCXX123
Tipo Combustible	Diésel
Modelo Motor	GH8JGSD
Área Asignada	Patio Automotriz
Color	Amarillo
Cilindrada	7,68 L
Potencia	194 Kw (280 HP)
Peso O Trabajo	12125 Kg (26731 lb)
Sistema Motriz	si
Sistema Eléctrico	si

Figura G13 Ficha técnica de Volqueta Hino #02

Fuente: Autor

[Imprimir Informe](#)

Id Daños	12
Máquina	Volqueta
Número de Registro	6002
Fecha	04-11-2017
Número de Informe	18735
Informe de Daños	Llantas en mal estado
Descripción	Llantas en mal estado
Responsable del Bien	Gabriel Rodríguez
Verificación de Daños	Cambio de dos llantas delanteras R 22.5
Fecha de Verificación	04-11-2017
Mecánico	1
Autorización Reparación	Ing. Luciano Soria
Autorización Financiero	Ing. Verónica Freire

Operaciones

- [Lista de Informes de Daños](#)
- [Crear Informe de Daños](#)
- [Actualizar Informe de Daños](#)
- [Eliminar Informe de Daños](#)
- [Administrador de Informe de Daños](#)

© Sistema de Gestión de Mantenimiento. Todos los derechos reservados.

Figura G14 Informe de daños en sistema Motoniveladora MG430 e – 07/11/2017

Fuente: Autor

Informe diario de actividades Retroexcavadora Caterpillar



Sistema de Gestión de Mantenimiento

Inicio Actividades Diarias Activos Amfes Repuestos Daños Mantenimiento Revisión Reportes Usuarios Cerrar (administrador)

Inicio » Informe Diario de Actividades » 4

Ver Informe #4

[Imprimir Informe](#)

Id	4
Nombre	Jorge Asqui
Fecha	03-12-2017
Cargo	Operador
Máquina	3
Combustible	Diésel
Horómetro	20322
Número de Ficha	12723
Número de Registro	3001
Trabajos Realizados	Levantamiento de tierra por deslabe en vía alterna Patate - Baños
Novedades	Ninguna
Chofer	Jorge Asqui
Director de Obras Públicas	Ing. Luciano Soria

- Manual
- Operaciones
 - Lista de Informes
 - Crear Informe
 - Actualizar Informe
 - Eliminar Informe
 - Administrador de Informes

© Sistema de Gestión de Mantenimiento. Todos los derechos reservados.

Figura G15 Informe diario de actividades

Fuente: Autor



Gobierno Autónomo Descentralizado San Cristóbal de Patate



Informe de los Diario de Actividades: Informe N°4	
Nombre: Jorge Asqui	Fecha: 03-12-2017
Cargo: Operador	Máquina: 3
Combustible: Diésel	Horómetro: 20322
N° de Ficha: 12723	N° de Registro: 3001
Trabajos Realizados:	
Levantamiento de tierra por deslabe en vía alterna Patate - Baños	
Novedades:	
Ninguna	

Chofer: Jorge Asqui

Director de Obras: Ing. Luciano Soria

Figura G16 Ficha de informe de daños de bienes

Fuente: Autor

ANEXO H
BITÁCORAS DE
MANTENIMIENTO

