



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
PARA EL BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS DE BAÑOS
DE AGUA SANTA”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

AUTORES: JOSUÉ ESTEBAN NOLIVOS PÉREZ

YORDY LIZANDRO HIDALGO FREIRE

DIRECTOR: Ing. CÉSAR MARCELO GALLEGOS LONDOÑO Msc.

Riobamba – Ecuador

2020

© 2020, Josué Esteban Nolivos Pérez y Yordy Lizandro Hidalgo Freire

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Nosotros, Josué Esteban Nolivos Pérez y Yordy Lizandro Hidalgo Freire, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 20 de febrero de 2020.



Josué Esteban Nolivos Pérez

160058479-9



Yordy Lizandro Hidalgo Freire

180478834-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS DE BAÑOS DE AGUA SANTA**, realizado por los señores: **JOSUÉ ESTEBAN NOLIVOS PÉREZ** y **YORDY LIZANDRO HIDALGO FREIRE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. José Antonio Granizo PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	(2021-06-03)
Ing. César Marcelo Gallegos Londoño Msc. DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	(2021-06-03)
Ing. Alex Giovanni Tenicota García Msc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	(2021-06-03)

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi padre Patricio Nolivos por ser quien luchó por mí, nunca me abandonó, siempre me animó con paciencia y con su gran ejemplo y sabiduría me mostró la senda correcta, por ser mi empuje para poder cumplir este sueño, aun en los momentos más difíciles, y a mi madre Mirian Pérez pilar fundamental en toda mi vida, a ella que nunca permitió que renuncié, sin su amor, consejos precisos y principios no sería posible nada de esto. A ellos, mi admiración, amor y gratitud, porque sin ellos no me imagino siquiera ser lo que soy o he logrado

Josué

El presente trabajo lo dedico especialmente a mis padres Fausto Ramiro Hidalgo y Gloria Noemi Freire, quienes son mi pilar fundamental de fuerza y apoyo, y a mi hermano Humberto que siempre estuvo apoyándome de manera incondicional, a cada uno de ellos les debo mucho, porque constantemente día tras día durante los años de mi preparación académica, estuvieron junto a mí en las buenas como en las malas y siempre me proporcionaron el apoyo, la confianza y la fe para seguir adelante, y llegar a cumplir una de mis metas anheladas.

Yordy

AGRADECIMIENTO

A mi Dios, porque sin su infinita misericordia no estaría aquí, por ser quien me da la vida cada día, y por su amor que no me abandona y me guía en cada instante. A él sea la honra y la gloria siempre.

A mis padres, por su paciencia, dedicación, motivación, guía y ayuda siempre. A mi hermana Ruth Nolivos porque no permitió que me rindiera jamás; a mi tío Manuel Nolivos porque su ayuda fue crucial para mis estudios; a mi tío Carlos porque siempre estuvo a mi lado; a toda mi familia que, aunque no alcance a nombrarlos a todos, siempre me dieron ánimos y ayuda de todo corazón. A mi novia Laura Guzmán porque fue empuje para que pueda culminar este proceso y lo sigue siendo. A mis compañeros y amigos Yordy y Cristian por ayudarme y motivarme a culminar este trabajo.

¡Gracias! Dios les pague por su cariño y aprecio, por todo lo que han hecho y me han motivado, por creer en mí.

Josué

En primer lugar, agradezco a mi Dios por haberme dado una grandiosa familia a la cual estoy eternamente agradecida porque siempre estuvieron ahí de una u otra manera apoyándome en cada momento ya sea en resbalón, caída y pasos para avanzar en los escalones al éxito, y al divino niño Jesús por ser la fe, la sabiduría, el sentido y guía de mi vida como ser humano y profesional.

Un sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a la Carrera de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica, quienes me dieron la oportunidad de formar parte de las aulas del saber para ser, donde gracias a todos los docentes que me brindaron sus conocimientos teóricos y prácticos semestre tras semestre permitiéndome formar académicamente, y un cordial agradecimiento al director, al asesor y al Benemérito cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa, quienes nos guiaron, acogieron y nos dieron la facilidad para el desarrollo de nuestro trabajo de titulación. Y finalmente un cordial agradecimiento al resto de mis familiares y amigos por el apoyo a través de palabras o incentivos me ayudaron a cumplir una de mis metas anheladas.

Yordy

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi

CAPÍTULO I

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Antecedentes	1
1.2.	Justificación y actualidad	1
1.3.	Planteamiento del problema	2
1.4.	Objetivos	3
1.4.1.	<i>Objetivo general</i>	3
1.4.2.	<i>Objetivos específicos</i>	3

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	4
2.1.	Sistema de gestión.....	4
2.1.1.	<i>Gestión de mantenimiento</i>	4
2.1.2.	<i>Sistema de gestión de mantenimiento</i>	4
2.2.	Mantenimiento.....	4
2.2.1.	<i>Tipos de mantenimiento</i>	5
2.2.1.1.	<i>Mantenimiento de mejora</i>	5
2.2.1.2.	<i>Mantenimiento preventivo</i>	5
2.2.1.3.	<i>Mantenimiento correctivo</i>	6
2.2.2.	<i>Generalidades del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)</i>	6
2.2.2.1.	<i>Mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC)</i>	6
2.3.	Matriz de mantenimiento	7
2.3.1.	<i>Activo físico</i>	8

2.3.2.	<i>Inventario técnico</i>	8
2.3.3.	<i>Niveles jerárquicos</i>	8
2.3.4.	<i>Codificación</i>	9
2.3.5.	<i>Contexto operacional</i>	9
2.3.6.	<i>Funciones y estándares de funcionamiento</i>	10
2.3.6.1.	<i>Función primaria</i>	10
2.3.6.2.	<i>Función secundaria</i>	10
2.3.7.	<i>Análisis de criticidad</i>	11
2.3.7.1.	<i>Método del flujograma de análisis de criticidad</i>	11
2.3.8.	<i>Modelos de mantenimiento</i>	13
2.3.9.	<i>Fallas</i>	15
2.3.9.1.	<i>Falla total o funcional</i>	15
2.3.9.2.	<i>Falla parcial o técnica</i>	16
2.3.10.	<i>Modos de fallos</i>	16
2.3.11.	<i>Efectos de fallas</i>	16
2.3.12.	<i>Consecuencias de fallas</i>	17
2.3.13.	<i>Tareas proactivas</i>	18
2.3.13.1.	<i>Tareas de mantenimiento basado en la condición</i>	19
2.3.13.2.	<i>Tareas de restauración programada</i>	19
2.3.13.3.	<i>Tareas de descarte programado</i>	19
2.3.14.	<i>Rutinas de mantenimiento</i>	21
2.3.15.	<i>Frecuencias de mantenimiento</i>	21
2.3.16.	<i>Logística de mantenimiento</i>	22
2.3.16.1.	<i>Repuestos</i>	22
2.3.16.2.	<i>Materiales e insumos</i>	22
2.3.16.3.	<i>Mano de obra</i>	22
2.3.16.4.	<i>Equipos y herramientas</i>	22
2.3.16.5.	<i>Documentación de apoyo logístico</i>	23
2.4.	Sistemas de documentación de mantenimiento	23
2.4.1.	<i>Ficha técnica</i>	23
2.4.2.	<i>Solicitud de trabajo</i>	24
2.4.3.	<i>Orden de trabajo</i>	25
2.4.4.	<i>Solicitud de repuestos, materiales y herramientas</i>	25
2.5.	Costos de mantenimiento	26
2.6.	Gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO)	26
2.7.	Capacitación	26

2.7.1.	<i>Tipo de capacitación</i>	26
2.8.	Indicadores de mantenimiento	27
2.9.	Cuerpo de bomberos	27
2.9.1.	<i>Organización de los cuerpos de bombero</i>	28
2.9.2.	<i>El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa</i>	28
2.9.2.1.	<i>Misión</i>	28
2.9.2.2.	<i>Visión</i>	28
2.9.2.3.	<i>Organigrama institucional</i>	28
2.10.	Resumen general	29

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	30
3.1.	Identificación de áreas y equipos	30
3.1.1.	<i>Área contra incendios</i>	30
3.1.2.	<i>Área de atención pre hospitalaria</i>	30
3.1.3.	<i>Área de rescate</i>	30
3.1.4.	<i>Área de generación eléctrica y aire comprimido</i>	30
3.2.	Desarrollo de la matriz de mantenimiento basado en el RCM abreviado	30
3.2.1.	<i>Inventario y codificación</i>	31
3.2.1.1.	<i>Nivel uno: Ubicación o planta</i>	31
3.2.1.2.	<i>Nivel dos: Área</i>	31
3.2.1.3.	<i>Nivel tres: sistemas o máquinas</i>	31
3.2.1.4.	<i>Nivel cuatro: equipos</i>	32
3.2.2.	<i>Definición del contexto operacional</i>	32
3.2.3.	<i>Criticidad de equipos</i>	33
3.2.4.	<i>Modelos de mantenimiento</i>	35
3.2.5.	<i>Fallas y modos de falla</i>	35
3.2.6.	<i>Selección de tareas y frecuencias de mantenimiento</i>	36
3.2.7.	<i>Selección de logística de mantenimiento</i>	37
3.2.7.1.	<i>Mano de obra</i>	37
3.2.7.2.	<i>Equipos y herramientas</i>	37
3.2.7.3.	<i>Repuestos y materiales</i>	38
3.2.8.	<i>Rutinas de mantenimiento</i>	38
3.3.	Costos de mantenimiento	39
3.4.	Desarrollo de la hoja de control de mantenimiento	44

3.4.1.	<i>Interfaz principal</i>	44
3.4.2.	<i>Inventario de activos</i>	45
3.4.3.	<i>Ficha técnica</i>	46
3.4.4.	<i>Plan de mantenimiento</i>	47
3.4.5.	<i>Historial de mantenimiento</i>	48
3.4.5.1.	<i>Historial de mantenimiento</i>	48
3.4.5.2.	<i>Historial de actividades CBB</i>	49
3.4.5.3.	<i>Historial de combustible</i>	49
3.5.	Capacitación	50

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	52
4.1.	Recopilación de la información de los activos	52
4.2.	Codificación	52
4.3.	Matriz de mantenimiento según el RCM abreviado	53
4.3.1.	<i>Criticidad de los equipos</i>	53
4.3.2.	<i>Modelos de mantenimiento</i>	54
4.3.3.	<i>Fallas y modos de falla</i>	54
4.3.4.	<i>Tareas de mantenimiento</i>	55
4.3.5.	<i>Rutinas de mantenimiento</i>	55
4.4.	Costos de mantenimiento	56
4.5.	Hoja de cálculo para el control del mantenimiento	57

	CONCLUSIONES	58
--	---------------------------	----

	RECOMENDACIONES	59
--	------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Análisis de criticidad	12
Tabla 2-2:	Nuevos factores para el análisis de criticidad.....	13
Tabla 3-2:	Modelos de mantenimiento	15
Tabla 4-2:	Clasificación de las consecuencias de falla según RCM abreviado	17
Tabla 5-2:	Clasificación de las consecuencias de falla del RCM	18
Tabla 6-2:	Tareas de mantenimiento. RCM abreviado	20
Tabla 7-2:	Tareas de mantenimiento. Modelos de mantenimiento	20
Tabla 8-2:	Medidores para modos de operación	21
Tabla 9-2:	Documentación para apoyo logístico	23
Tabla 10-2:	Ficha técnica.....	24
Tabla 11-2:	Solicitud de trabajo.....	24
Tabla 12-2:	Orden de trabajo	25
Tabla 13-2:	Solicitud de recursos para mantenimiento.....	25
Tabla 14-2:	Clasificación de los costos de mantenimiento	26
Tabla 15-2:	Tipos de capacitación	27
Tabla 16-2:	Resumen general de la metodología RCM abreviado	29
Tabla 1-3:	Contexto operacional.....	32
Tabla 2-3:	Análisis de criticidad	34
Tabla 3-3:	Análisis de criticidad. Caso aplicativo	34
Tabla 4-3:	Modelos de mantenimiento	35
Tabla 5-3:	Análisis de fallas y modos de falla	35
Tabla 6-3:	Tareas de mantenimiento.....	36
Tabla 7-3:	Herramientas y equipos	37
Tabla 8-3:	Materiales y repuestos	38
Tabla 9-3:	Rutina semestral de mantenimiento para el T1	39
Tabla 10-3:	Costos de mantenimiento	41
Tabla 1-4:	Número de elementos codificados.....	53
Tabla 2-4:	Número de fallas y modos de falla por máquina	54
Tabla 3-4:	Número de tareas de mantenimiento	55
Tabla 4-4:	Numero de tareas por rutina	56
Tabla 5-4:	Costo total de mantenimiento.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Clasificación de los tipos de mantenimiento.....	5
Figura 2-2:	Las siete preguntas del RCM	7
Figura 3-2:	Proceso del RCM abreviado	7
Figura 4-2:	Proceso en planta	8
Figura 5-2:	Estructura de codificación.....	9
Figura 6-2:	Factores relevantes para el contexto operacional.....	10
Figura 7-2:	Estructura de la función	11
Figura 8-2:	Metodologías para el análisis de criticidad	11
Figura 9-2:	Categorías de criticidad.....	12
Figura 10-2:	Modelos de mantenimiento.....	14
Figura 11-2:	Aspectos para describir los efectos de falla	17
Figura 12-2:	Patrones de fallas	18
Figura 13-2:	Organigrama institucional.....	29
Figura 1-3:	Nivel uno.....	31
Figura 2-3:	Nivel dos	31
Figura 3-3:	Nivel tres.....	31
Figura 4-3:	Nivel cuatro.....	32
Figura 5-3:	Codificación completa	32
Figura 6-3:	Interfaz principal.....	44
Figura 7-3:	Interfaz para ingreso de activos a mantener.....	45
Figura 8-3:	Interfaz para ingreso de fichas técnicas	46
Figura 9-3:	Interfaz para ingreso del plan de mantenimiento	47
Figura 10-3:	Interfaz para ingreso del historial de mantenimiento.....	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1-3:	Consumo de combustible del año 2019.....	40
Gráfica 1-4:	Número de activos por área.....	52
Gráfica 2-4:	Criticidad de los equipos	53
Gráfica 3-4:	Modelos de mantenimiento	54

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1-3: Capacitaciones realizadas.....	51
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: CODIFICACIÓN

ANEXO B: ANÁLISIS DE CRITICIDAD

ANEXO C: MODELOS DE MANTENIMIENTO

ANEXO D: ANÁLISIS DE MODOS DE FALLOS

ANEXO E: TAREAS DE MANTENIMIENTO Y LOGÍSTICA

ANEXO F: COSTOS DE MANTENIMIENTO

ANEXO G: RUTINAS DE MANTENIMIENTO

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como finalidad diseñar un modelo de gestión de mantenimiento para el Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Baños de Agua Santa, este busca asegurar el funcionamiento de los equipos y sistemas en las áreas: contra incendios, atención pre hospitalaria, rescate, generación eléctrica y aire comprimido. Se inició con el levantamiento de información técnica de los equipos siguiendo este proceso: inventario, codificación técnica y análisis de la criticidad. Luego se desarrolló el plan de mantenimiento para los equipos, basado en la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad con el método abreviado que consiste en: identificación de los modelos de mantenimiento, búsqueda de fallas, identificación de los modos de falla, selección de tareas de mantenimiento con sus frecuencias y la agrupación de tareas en rutinas de mantenimiento. Después se definieron los recursos necesarios para ejecutar las actividades de mantenimiento como: mano de obra, materiales, repuestos. Otro punto importante fue el desarrollo de formatos para los documentos de mantenimiento, también calculó los costos de ejecución de las tareas, con lo que se obtuvo un presupuesto anual referencial. Además se desarrolló una hoja de cálculo en Microsoft Excel, para la programación y planificación del mantenimiento, esta hoja permite el ingreso del inventario técnico, registrar fichas técnicas, crear y administrar el plan de mantenimiento y tener un historial de los mantenimientos preventivos y correctivos de los activos. Por último se capacitó al personal de la institución, con el fin de implementar la cultura de mantenimiento preventivo.

Palabras clave: <GESTIÓN DE MANTENIMIENTO>, <CUERPO DE BOMBEROS>, <MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD>, <PLAN DE MANTENIMIENTO>, <COSTOS DE MANTENIMIENTO>, <LOGISTICA DE MANTENIMIENTO>.

LUIS
ALBERTO
CAMINOS
VARGAS

Firmado digitalmente por
LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Nombre de reconocimiento
(DN): c=EC, l=RIOBAMBA,
serialNumber=0602766974,
cn=LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Fecha: 2021.07.01 18:23:27
-05'00'



1265-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The purpose of this work was to design a maintenance management model for the Fire Department of the city of Baños de Agua Santa. It seeks to ensure the operation of equipment and systems in the areas: fire fighting, pre-hospital care, rescue, electricity generation and compressed air. It began with the gathering of technical information on the equipment following this process: inventory, technical coding and criticality analysis. Then the maintenance plan for the equipment was developed, based on the maintenance methodology focused on reliability with the abbreviated method consisting of: identification of maintenance models, search for faults, identification of failure modes, selection of maintenance tasks. maintenance with its frequencies and the grouping of tasks in maintenance routines. Afterwards, the necessary resources were defined to carry out maintenance activities such as: labor, materials, spare parts. Another important point was the development of formats for maintenance documents, it also calculated the execution costs of the tasks, with which a referential annual budget was obtained. In addition, a spreadsheet was developed in Microsoft Excel, for the programming and planning of maintenance, this sheet allows the entry of the technical inventory, record technical sheets, create and manage the maintenance plan and have a history of preventive and corrective maintenance of assets. Lastly, the institution's personnel were trained in order to implement the preventive maintenance culture.

Key words:<MAINTENANCE MANAGEMENT>, <FIRE DEPARTMENT>, <RELIABILITY CENTRED MAINTENANCE>, <MAINTENANCE PLAN>, <MAINTENANCE COSTS>, <MAINTENANCE LOGISTICS>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Baños es un cantón de la provincia de Tungurahua que bordea los 15 000 habitantes según el último censo del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) realizado en el 2010. Debido a sus atractivos y ofertas turísticas recibe aproximadamente un millón de turistas al año tanto nacionales y extranjeros, lo que le convierte en el destino turístico más visitado del Ecuador continental. Baños es conocido por su turismo de aventura, deportes extremos, descanso y diversión. Al encontrarse en las inmediaciones de dos parques nacionales y de un volcán activo en una zona propensa a desastres naturales, esto lo ha convertido en un escenario propicio para la ocurrencia de vicisitudes y de emergencias.

Los cuerpos de bomberos en Ecuador pertenecen al sistema público, en la actualidad están bajo las órdenes de los Gobiernos Autónomos Descentralizados. Los cuerpos de bomberos están encargados de responder lo más rápido posible ante cualquier evento adverso que se suscite, sea en el ataque y control de incendios estructurales, incendios forestales, accidentes con químicos peligrosos, atención de accidentes viales, rescate de personas en que su vida esté en peligro, atención pre hospitalaria y en cualquier desastre natural donde; la vida de personas, vida de animales, medio ambiente y enseres estén en riesgo.

Actualmente, el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa es una de las instituciones que más eventualidades atiende, respecto al número de habitantes. Esto hace que deba estar a la vanguardia, tanto en equipos técnicos y especializados, conocimientos y personal certificado en el manejo de emergencias. El tiempo de respuesta de emergencias pone en juego la vida de personas, por esta razón, el buen estado y funcionamiento de los equipos de apoyo debe ser lo mejor posible.

El presente proyecto de titulación busca diseñar un sistema de gestión de mantenimiento en el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa, que garantice la respuesta inmediata de los equipos de rescate y ayuda ante estas emergencias, esto contribuirá a disminuir los tiempos de respuesta y garantizar un servicio continuo sin demoras, ni contratiempos.

1.2. Justificación y actualidad

Basados en la “Ley Orgánica de la Contraloría General del Estado” Ley 73 Registro Oficial Suplemento 595 de 12-jun.-2002, con su última modificación: 18-dic.-2015 y Estado: Vigente

Artículo.5.- Sistema de Control, Fiscalización y Auditoría del Estado, literal 3: “Cada institución del Estado asuma la responsabilidad por la existencia y mantenimiento de su propio sistema de control interno...”

Artículo. 12 literal b) “Control continuo. - Los servidores de la institución, en forma continua inspeccionarán y constatarán la oportunidad, calidad y cantidad de obras, bienes y servicios que se recibieren o prestaren de conformidad con la ley, los términos contractuales y las autorizaciones respectivas;”

Según el artículo 105 del capítulo VIII del Acuerdo017-CG-2016 Reglamento General para Administración, Utilización, Manejo y Control de los Bienes y Existencias del Sector Publico, dice referente al mantenimiento de bienes: “Todas las entidades u organismos públicos, contarán con el Plan Anual de Mantenimiento de los demás bienes, el mismo que debe contar con cronogramas, financiamiento y estar aprobado por la máxima autoridad o su delegado.”

Al diseñar un correcto sistema de gestión de mantenimiento basado en el RCM abreviado, se brindará al Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa una ayuda efectiva para controlar la gestión de mantenimiento, optimizando los recursos y mejorando la disponibilidad de los equipos. El resultado de este proceso dará un plan de mantenimiento adecuado y el manejo de recursos de manera eficiente.

Actualmente se atiende por parte del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa un aproximado de 4 emergencias en días normales, en fines de semana y feriados aumentan a un promedio de 15 llamados de emergencia diarios. Las emergencias médicas que es su mayoría son atendidas por paramédicos del Hospital General Baños con ayuda de ambulancias y personal de la institución bomberil, éstas son alrededor del 65% del total de atenciones, aquí se atienden comúnmente accidentes como caídas, personas ahogadas, personas que sufren golpes, cortaduras, electrocuciones o pérdida de salud por enfermedades etc. Un 20% de emergencias son por accidentes de tránsito, choques, atropellamientos, vehículos siniestrados por pérdida de pista o vehículos atrapados en zonas agrestes, y un 15% de las emergencias en combate de incendios, que en su mayoría son forestales, aunque también estructurales provocados por explosión de gases, cortocircuitos, etc., aquí también se incluye vehículos automotores que se incendian.

1.3. Planteamiento del problema

El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa, debido a la exigencia de rápida reacción de respuesta ante eventos en los que se precise de ellos, necesita que sus equipos estén siempre disponibles. No pueden fallar, demorarse o retrasarse al momento que precise de ellos,

aun así, por falta de un adecuado manejo de mantenimiento se han presentado casos donde algunos equipos no han respondido acorde a su función requerida, retardando la labor bomberil en el manejo y control de las emergencias.

El presente trabajo busca mediante la metodología del RCM abreviado, amortiguar y evitar los fallos que se producen en los equipos y máquinas del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa, mejorando la gestión de mantenimiento dentro de la institución.

Hasta la presente fecha, el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa no cuenta con un plan de mantenimiento para sus equipos, el cual está estipulado en el artículo 105 del capítulo VIII del Acuerdo 017-CG-2016 Reglamento General para Administración, Utilización, Manejo y Control de los Bienes y Existencias del Sector Público, que dice referente al mantenimiento de bienes: “Todas las entidades u organismos públicos, contarán con el Plan Anual de Mantenimiento de los demás bienes, el mismo que debe contar con cronogramas, financiamiento y estar aprobado por la máxima autoridad o su delegado.” Pero, dentro de la institución, solamente se rigen a mantenimientos correctivos y preventivos básicos, por lo que se precisa contar con un sistema de gestión de mantenimiento adecuado para que la labor y servicio que brinda la casaca roja sea llevada de una manera más eficiente.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- “Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento para el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa.”

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento de información e inventario técnico de los equipos del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa.
- Construir una matriz de mantenimiento para los equipos basándose en la metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) abreviado.
- Definir la logística de mantenimiento y los costos.
- Crear un sistema para la programación del mantenimiento utilizando una hoja de cálculo Excel.
- Capacitar al personal sobre el uso del sistema de gestión de mantenimiento.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Sistema de gestión

Los sistemas de gestión son de gran utilidad para las empresas debido a que establecen un lenguaje común para actividades y procesos, lo cual genera mayor productividad a través del control de las operaciones, buscando cumplir con los objetivos planteados.

Por lo tanto, los sistemas de gestión ayudan a la mejora continua de las empresas, garantizando la eficiencia y eficacia de sus líneas productivas, lo cual representa superioridad sobre sus competidores.

2.1.1. *Gestión de mantenimiento*

La gestión de mantenimiento es definida como “todas las actividades de la gestión que determinan los objetivos, las estrategias y las responsabilidades del mantenimiento y la implantación de dichas actividades por medios tales como la planificación del mantenimiento, el control del mismo y la mejora de las actividades de mantenimiento y las económicas” (UNE-EN 13306, 2011, p.6).

La gestión del mantenimiento es asumir las responsabilidades y procesos sobre las actividades de mantenimiento en los activos, para llevarlo a acabo de manera ordenada y segura.

2.1.2. *Sistema de gestión de mantenimiento*

Es el conjunto de políticas, responsabilidades, procesos, etc., sobre las actividades de mantenimiento de los activos físicos, con el fin de llegar a tener una información estructurada y alcanzar los objetivos planteados. Por lo tanto, el desarrollo de sistema de gestión de mantenimiento evita “aquellas pérdidas que se generan cuando las máquinas y equipos no se encuentran operando en el sistema productivo a causa de desperfectos mecánicos” (Ricaldi, 2013, p.114).

2.2. Mantenimiento

El mantenimiento es una “combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión realizadas durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o a devolverlo a un estado en el que pueda desempeñar la función requerida” (UNE-EN 13306, 2011, p.6).

Estas actividades ayudan a reducir las probabilidades de fallo disminuyendo las pérdidas económicas dentro de las empresas. Además, busca asegurar el funcionamiento adecuado de los activos físicos durante su vida útil.

2.2.1. Tipos de mantenimiento

En el campo de mantenimiento se divide en tres tipos:

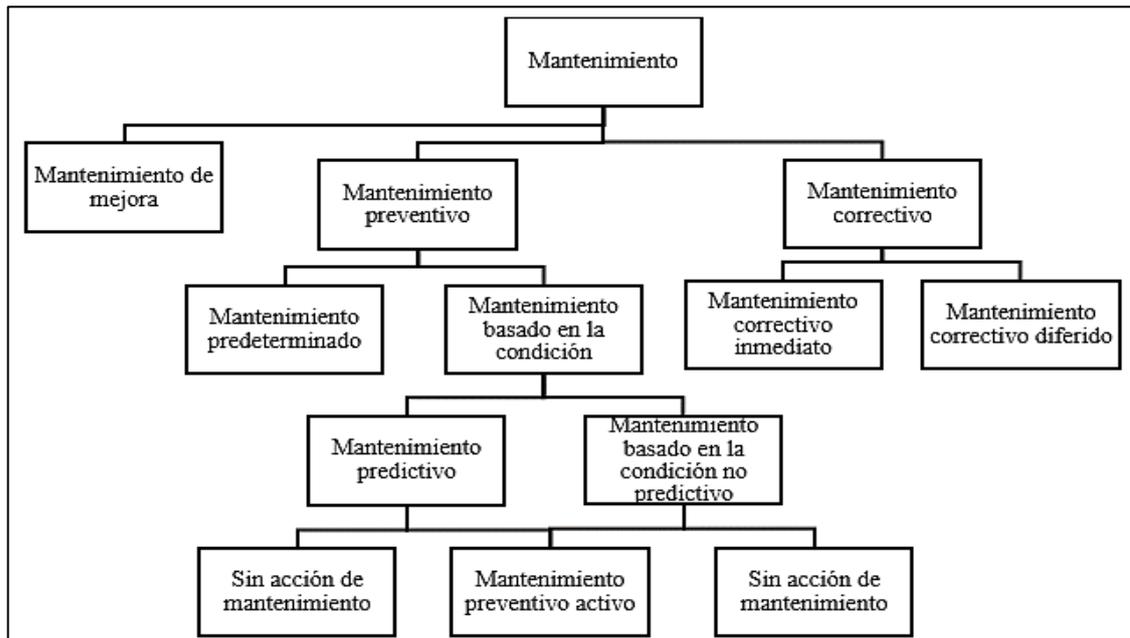


Figura 1-2: Clasificación de los tipos de mantenimiento

Fuente: Norma UNE-EN-13306, 2018.

2.2.1.1. Mantenimiento de mejora

Mantenimiento de mejora es el “conjunto de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, destinadas a mejorar la fiabilidad intrínseca y/o la mantenibilidad y/o la seguridad de un elemento, sin cambiar la función original” (UNE-EN 13306, 2018, p.16).

El mantenimiento de mejora incrementa las cualidades inherentes del equipo, superando las capacidades iniciales de diseño, logrando con ello una mejor mantenibilidad al momento de efectuar las tareas de mantenimiento, con el fin de evitar fallos o mal funcionamiento, sin perjudicar la función principal para la que se destina el equipo.

2.2.1.2. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es el “que se realiza a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios establecidos, y que está destinado a reducir la probabilidad de fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento” (UNE-EN 13306, 2011, p.13).

El mantenimiento preventivo se efectúa antes de que aparezca una falla, realizándose en intervalos de tiempo determinados con el fin que el activo siga funcionando bajo los parámetros establecidos por el usuario.

2.2.1.3. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento es el “que se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner a un elemento en un estado en que pueda realizar una función requerida” (UNE-EN 13306, 2011, p.13). Es relevante, mencionar que este acarrea pérdidas económicas importantes cuando ocurre debido a que sucede de manera imprevista.

2.2.2. Generalidades del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

RCM (Reliability Centred Maintenance) o MCC (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) es una metodología que se usa para elaborar programas de mantenimiento para activos físicos en plantas industriales.

La metodología del RCM fue desarrollada para el área de la aviación debido a que se realizaban sustituciones de partes sin evaluar el estado de estas, lo cual incurría en costos elevados. Después de múltiples estudios, el sector aeronáutico obtuvo resultados positivos que fueron adoptados por el sector industrial.

El RCM se documentó en el departamento de defensa de los Estados Unidos en 1978, desde ese instante se comienza a emplear en la gestión de activos físicos para la formulación de estrategias en actividades a desarrollar. Además, se busca de manera exhaustiva contemplar todas las posibles fallas que un activo presentara durante su ciclo de vida útil.

2.2.2.1. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC)

Según la guía para la norma de mantenimiento centrado en confiabilidad, es un “proceso específico utilizado para identificar las políticas que deben ser implementadas para el manejo de los modos de falla que pueden causar una falla funcional de cualquier activo físico en un contexto operacional dado” (SAE JA1012, 2002, p.8).

El objetivo del RCM es aumentar la fiabilidad disminuyendo los tiempos improductivos debido a desperfectos imprevistos dentro de las instalaciones de la empresa. Para el desarrollo de la metodología del RCM la norma SAE JA 1011 define siete preguntas que deben ser contestadas de forma secuencial como se muestra en la figura 2-2. En general, la metodología del RCM completa y abreviada sirven para elaborar un plan de mantenimiento.

Este plan de mantenimiento no es más que uno de los procesos que se lleva a profundidad sobre el análisis de fallos dentro de las instalaciones industriales. El Mantenimiento centrado en confiabilidad basa sus acciones en la correcta selección de tareas, frecuencias, análisis y estudio de sus fallos.

- | | |
|---|---|
| 1 | •¿Cuáles son las funciones deseadas y los estándares de desempeño asociados del activo en su contexto operacional presente (funciones)? |
| 2 | •¿De qué maneras puede fallar al cumplir sus funciones (fallas funcionales)? |
| 3 | •¿Qué causa cada falla funcional (modos de falla)? |
| 4 | •¿Qué pasa cuando ocurre cada falla funcional (efectos de falla)? |
| 5 | •¿De qué manera afecta cada falla (consecuencias de falla)? |
| 6 | •¿Qué se debe hacer para predecir o prevenir cada falla (tareas proactivas e intervalos de tareas)? |
| 7 | •¿Qué se deben hacer si una tarea proactiva que conviene no esta disponible (acciones predeterminadas)? |

Figura 2-2: Las siete preguntas del RCM

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Mientras que el RCM abreviado contiene los pasos expuestos en la figura 3-2:

- | | |
|---|--|
| 1 | •Recopilación de los fallos funcionales y técnicos |
| 2 | •Determinación de los modos de falla |
| 3 | •Estudio de las consecuencias de falla (a evitar y a amortiguar) |
| 4 | •Determinación de medidas preventivas |
| 5 | •Selección de tareas de acuerdo al modelo de mantenimiento |
| 6 | •Determinación de frecuencias |
| 7 | •Agrupación de tareas en rutas y gamas de mantenimiento |

Figura 3-2: Proceso del RCM abreviado

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.3. Matriz de mantenimiento

La matriz de mantenimiento es una herramienta que ayuda a analizar y evaluar los estados de los activos, por ejemplo: la criticidad o riesgos con el objetivo de controlar los fallos potenciales, anticiparlos y eliminarlos antes que se produzca un fallo funcional.

Por ende, una matriz bien diseñada ayuda a tener estrategias de mejora y beneficios para la toma de decisiones diarias con relación a la gestión de mantenimiento.

Existen diferentes matrices de mantenimiento, una de ellas se basa en la metodología del RCM abreviado, la cual, agrupa varios aspectos como: determinación de funciones, análisis de criticidad, definición de fallas y modos de falla, y selección de tareas junto a sus frecuencias, que dan como resultado final, un plan de mantenimiento.

2.3.1. Activo físico

Un “activo físico es el bien que tiene un valor potencial o actual para una organización” (UNE-EN 16646, 2015, p.9).

Dentro de mantenimiento, el activo físico se considera a todo elemento tangible y mantenible, que cumple una función aportando en el proceso productivo, además posee un valor económico el cual debe ser tomado en cuenta.

2.3.2. Inventario técnico

Un inventario técnico debe ser estructurado, tener un orden lógico, y estar dividido en niveles jerárquicos, lo cual se aplicará a toda institución, además un inventario requiere estar en constante actualización. La norma ISO 14224 indica que el inventario técnico, es útil a todo tipo de empresa sin que esta pertenezca al sector petrolero.

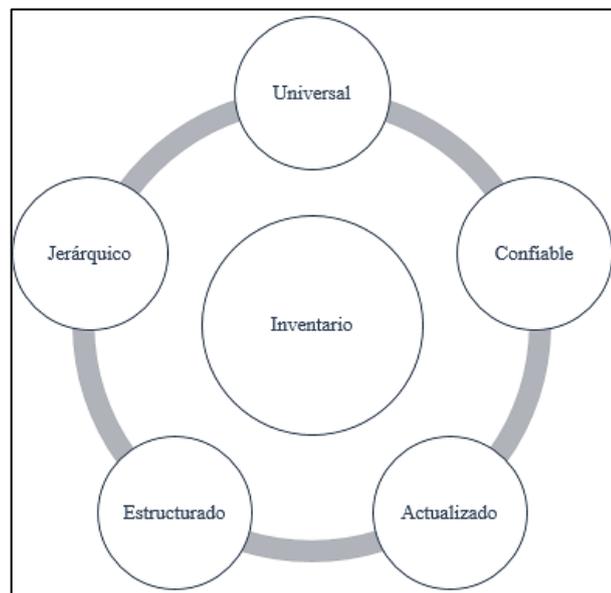


Figura 4-2: Proceso en planta
Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.3.3. Niveles jerárquicos

La taxonomía es “una clasificación sistemática de ítems dentro de grupos genéricos basados en posibles factores comunes en relación a otros ítems” (ISO 14224, 2006).

La clasificación general es de nueve niveles jerárquicos, pero son seis los cuales se utilizan en el campo de mantenimiento, partiendo desde el cuarto nivel:

- 1) Industria
- 2) Categoría del negocio
- 3) Instalación
- 4) Planta
- 5) Área
- 6) Sistema
- 7) Equipo
- 8) Componente
- 9) Elemento

2.3.4. Codificación

Un código es un lenguaje de comunicación, el cual se emplea para identificar el nombre, lugar y sistema al que pertenece un equipo. La localización rápida de las máquinas es compleja debido a que las empresas poseen una gran cantidad de activos físicos, los cuales están distribuidos en su infraestructura. Por lo cual, surge la necesidad de crear una codificación que es un método que sirve para la identificación de cualquier elemento o activo, “permitiendo tener un control y conocimiento sobre información técnica, centros de costo, características generales” (Bonilla, 2017, p.104).

La estructura del código consiste en asignar a cada ítem una combinación de caracteres que son numéricos, alfabéticos o alfanuméricos; siendo único e irrepetible, aunque existan elementos con características similares. De esta manera la codificación asocia los niveles jerárquicos pertenecientes al activo físico.

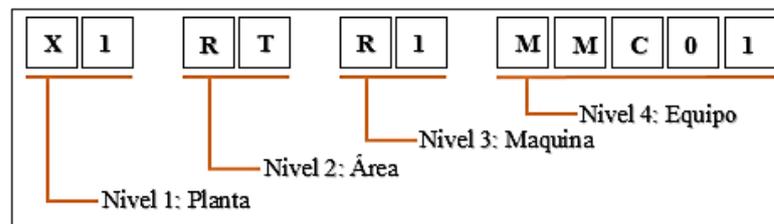


Figura 5-2: Estructura de codificación.

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.3.5. Contexto operacional

Es la agrupación de todos los estándares de funcionamiento, el cual indica sobre el medio que trabaja el activo. Según la guía para la norma de mantenimiento centrado en confiabilidad, es

“una descripción global breve de cómo se utilizará este activo, donde se utilizará, y los aspectos que gobiernan los criterios de desempeño global tales como producción, rendimiento, seguridad, integridad ambiental, y así sucesivamente” (SAE JA1012, 2002, p.8).

El contexto operacional no se enfoca únicamente en las funciones y los estándares de funcionamiento definidos, inclusive afecta a los modos de falla que ocurrirán, los efectos y sus consecuencias de falla que estos desencadenan, la frecuencia con la que sucederán y las actividades que deben realizarse para reducirlos. Hay que mencionar que, este documento de recopilación de datos iniciales se utiliza en la metodología del RCM completo y abreviado. Los factores relevantes para el desarrollo del contexto operacional se detallan en la figura 6-2 que son tomadas del libro RCM II de John Moubray.

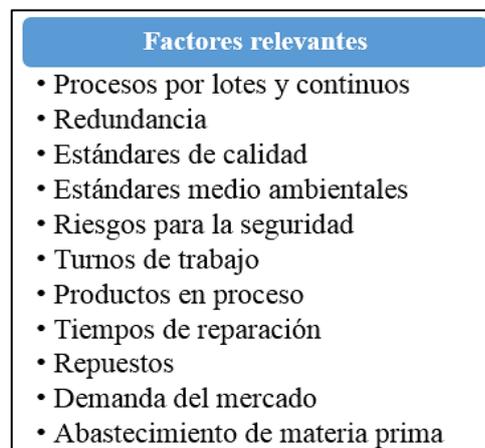


Figura 6-2: Factores relevantes para el contexto operacional

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.3.6. Funciones y estándares de funcionamiento

Según John Moubray en el mantenimiento centrado en la confiabilidad, la función es “utilizada para determinar qué debe hacerse para asegurar que todo bien físico continúe cumpliendo con su desempeño, del modo en que sus usuarios esperan dentro de su contexto operativo presente” (Moubray, 2004, pp.22-29).

2.3.6.1. Función primaria

Es la “que sintetiza porque el bien fue adquirido en primer lugar” (Moubray, 2004, pp.22-29).

2.3.6.2. Función secundaria

Es la “que indica que se espera que todo bien produzca más que simplemente su función primaria” (Moubray, 2004, pp.22-29). “Si se realiza apropiadamente, este paso generalmente absorbe casi un tercio del tiempo necesario para un análisis de RCM completo” (Moubray, 2004, pp.22-29).

Mientras, en la metodología abreviada reduce un lapso similar, por lo tanto, es necesario, definir adecuadamente los aspectos mencionados anteriormente durante esta fase inicial.

Los estándares de funcionamiento dentro del mantenimiento centrado en la confiabilidad son un grupo de datos e información sobre el desempeño, entorno de trabajo, etc., todo referente al activo, con el fin de que cumpla su función. Cabe resaltar, que el RCM abreviado no contempla el desarrollo de este paso dentro de su metodología.

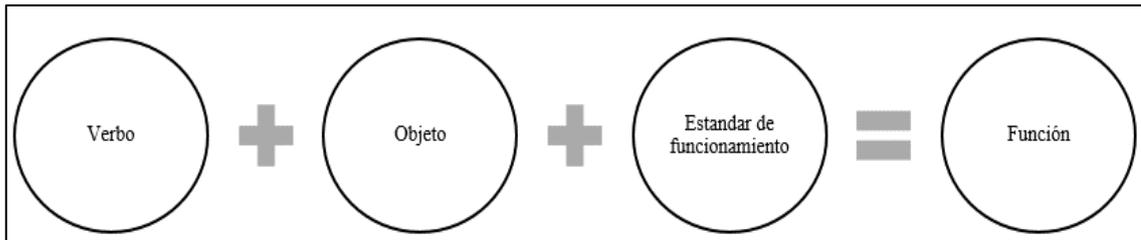


Figura 7-2: Estructura de la función

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.3.7. *Análisis de criticidad*

Es una metodología que permite ordenar los distintos niveles jerárquicos (plantas, áreas, sistemas, equipos, componentes y elementos) en función del impacto que generan respecto a su entorno, con el fin de ayudar en la toma de decisiones al momento de ejecutar las tareas de mantenimiento.

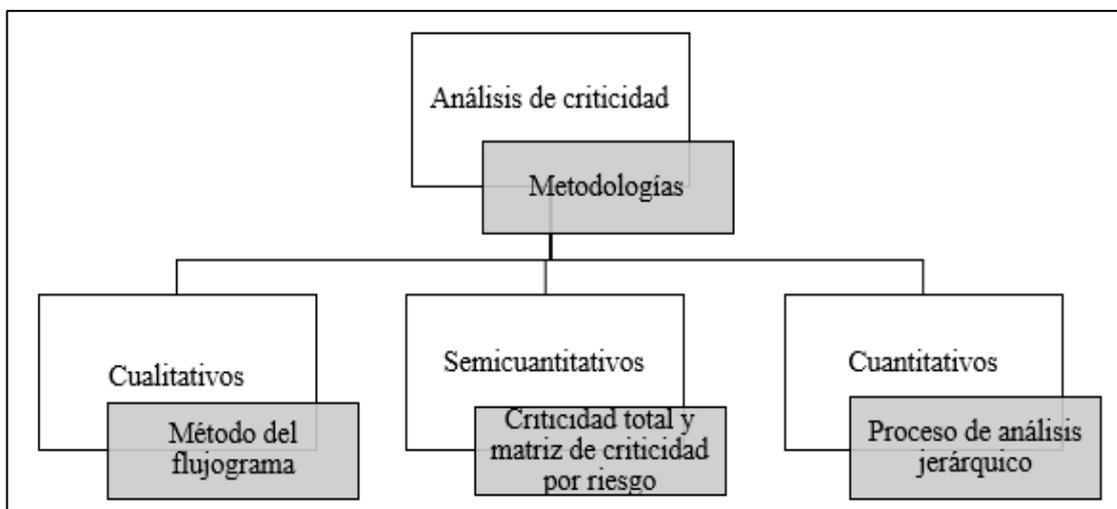


Figura 8-2: Metodologías para el análisis de criticidad

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.3.7.1. *Método del flujograma de análisis de criticidad*

En el libro “Organización y Gestión Integral del mantenimiento” se define un método cualitativo para determinar la criticidad de los equipos, que los clasifica en equipos críticos, semicríticos y no críticos.

Para determinar las categorías de criticidad expuesta en la figura 9-2, se definen criterios extraídos del libro “Organización y Gestión Integral del mantenimiento”, estos se hallan en la tabla 1-2, que sirven, como base para la definición de nuevos factores expuestos en la tabla 2-2 que se ajustan a la necesidad del proyecto.

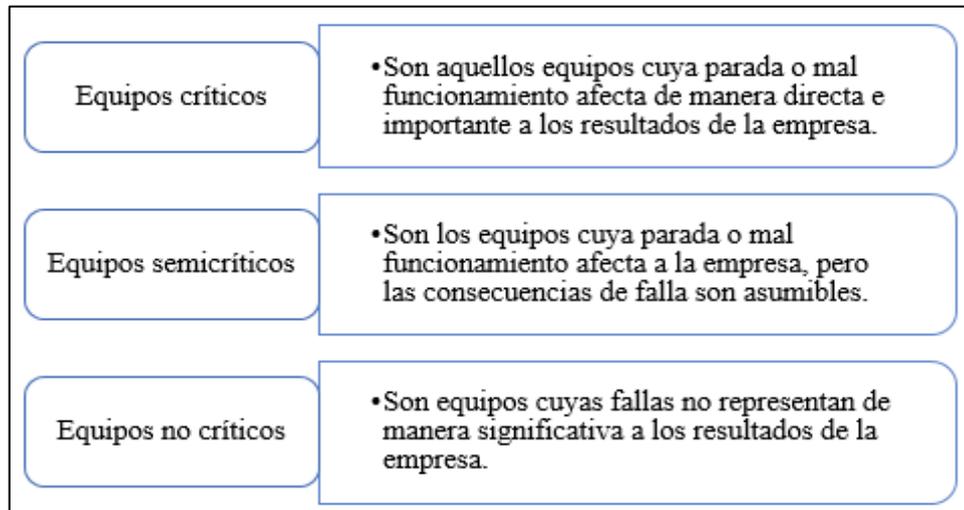


Figura 9-2: Categorías de criticidad

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Tabla 1-2: Análisis de criticidad

Criticidad	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
Crítico	Causa accidentes muy graves, por lo tanto, necesita ser revisado de forma periódico(mensualmente).	Cuando se produce un fallo afecta de manera grave al plan de producción.	La calidad del producto se ve muy afectada. Causa un alto porcentaje de rechazos del producto final.	Alto costo de reparación. Ocurren fallas de forma frecuente. Consume una gran cantidad de recursos de mantenimiento.
Semicrítico	La probabilidad de ocurrencia de un accidente grave es baja. El equipo necesita revisiones periódicas (anuales).	Cuando se produce un fallo afecta a la producción, pero es recuperable (no afecta al plan de producción).	Afecta a la calidad, pero no causa mayor problema.	Los costos de mantenimiento del equipo son medianos.
No crítico	El equipo no influye de manera importante en la seguridad.	Poca o nula influencia sobre la producción.	Poca o nula afectación a la calidad del producto.	Los costos de mantenimiento del equipo son bajos.

Fuente: Organización y Gestión Integral del Mantenimiento

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Tabla 2-2: Nuevos factores para el análisis de criticidad

Factores para calcular la criticidad				
Criticidad	Seguridad y medio ambiente	Disponibilidad de operación	Calidad del servicio	Mantenimiento
Crítico (A)	Puede originar accidentes muy graves. Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales). Ha producido accidentes en pasado.	Cuando ocurra una emergencia el equipo debe funcionar de forma inmediata antes y durante la emergencia.	El funcionamiento del equipo es clave para dar calidad al servicio. Si el equipo no funciona adecuadamente es el causante de una mala calidad del servicio incluso produciendo mayores consecuencias en la emergencia.	Alto costo de reparación en caso de una avería. Consume una gran parte de los recursos de mantenimiento. Fallas muy frecuentes.
Semicrítico (B)	Necesita revisiones periódicas (anuales). Puede ocasionar un accidente de grave, pero las posibilidades son remotas.	El equipo debe funcionar de forma casi inmediata antes y durante una emergencia	Afecta a la calidad del servicio, pero no resulta en un problema mayor.	Costo medio de mantenimiento.
No crítico (C)	Poca influencia en seguridad.	El equipo puede ser reemplazado por otro si no llegase a funcionar durante la emergencia.	No afecta a la calidad del servicio.	Bajo costo de mantenimiento.

Fuente: Organización y Gestión Integral del Mantenimiento

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.3.8. Modelos de mantenimiento

Los modelos de mantenimiento son determinados previos un análisis de criticidad, de acuerdo al flujograma mostrado en la figura 10-2. Se los clasifica en tres categorías: Críticos, semicríticos y no críticos.

Si el equipo es crítico pasamos a los modelos programados. Si se requiere una disponibilidad mayor a 90%, es un modelo de alta disponibilidad; si se demanda una disponibilidad media, es decir, entre 90% y 40% es un modelo sistemático, y finalmente se considera modelo condicional si su disponibilidad debe ser menor a 40%.

Para saber si un equipo es Semicrítico debemos preguntarnos el valor de la parada y los costos de

mantenimiento, si los costos de mantenimiento son altos debemos basarnos según los modelos programados, alta disponibilidad, media disponibilidad o baja disponibilidad. Por otro lado, si los costos de mantenimiento son bajos nos basamos en el modelo correctivo.

Los equipos no críticos deben basarse en el modelo correctivo.

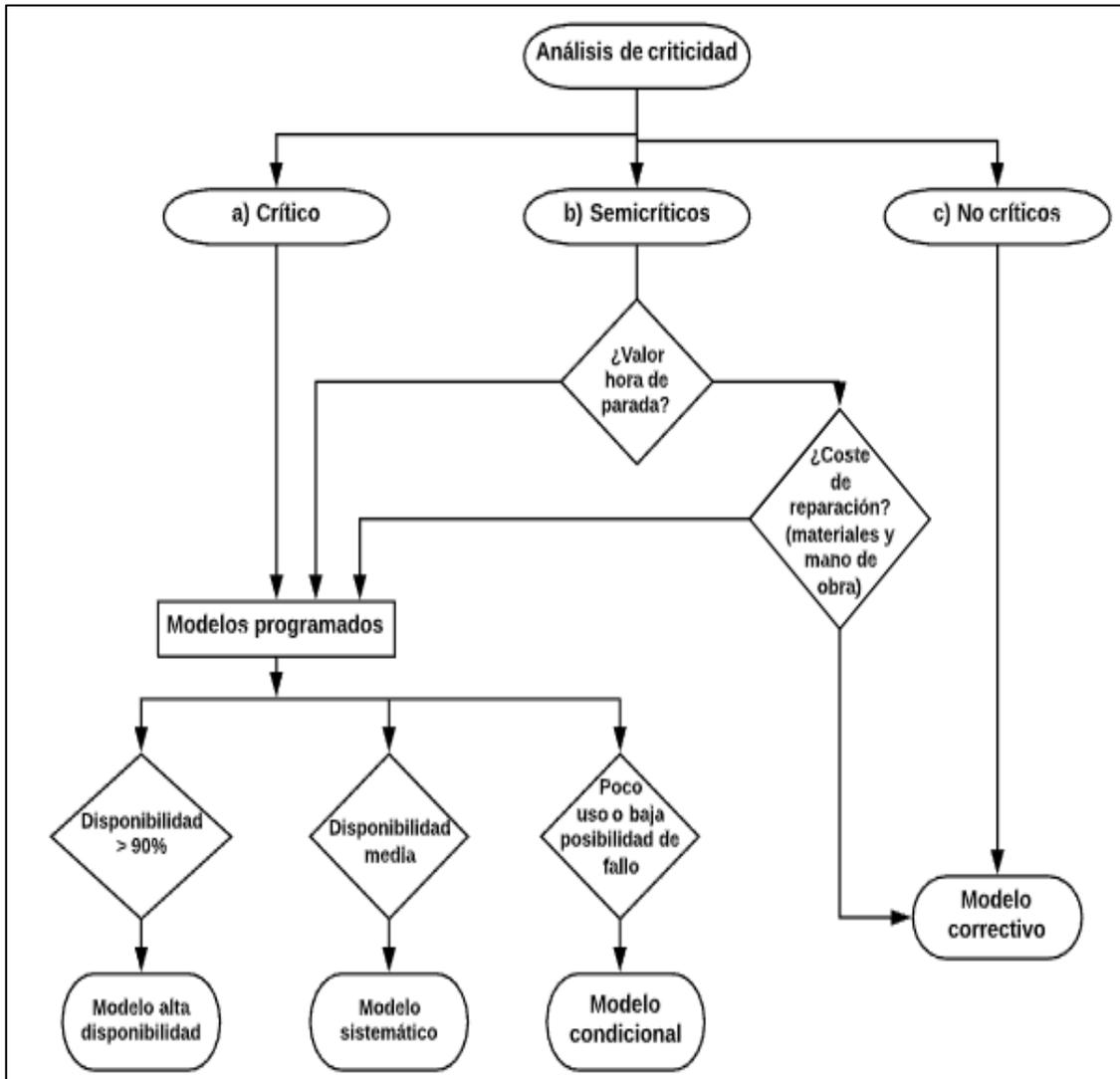


Figura 10-2: Modelos de mantenimiento

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Los modelos de mantenimiento contienen a los tipos de mantenimiento, en una proporción determinada como se indica en la tabla 3-2, estos son: modelo correctivo, modelo condicional, modelo sistemático y modelo de alta disponibilidad, se puede decir que cada modelo es acumulativo respecto al anterior aumentando tareas de mantenimiento propias. Es decir, el modelo de alta disponibilidad recoge todas las tareas del modelo sistemático, y este a su vez contiene todas las tareas del modelo condicional, y el condicional tiene también las tareas del modelo correctivo.

Tabla 3-2: Modelos de mantenimiento

Modelo de mantenimiento	Descripción	Tipos de tareas de mantenimiento
Correctivo	Es el más básico que corresponde a los equipos no críticos cuyas averías no influyen de manera económica ni técnica.	<ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones visuales • Lubricación • Verificación on-line
Condicional	Este modelo es utilizado para los equipos que tienen una baja probabilidad de falla o que no se usa mucho. Se adicionan tareas en las cuales se realizan pruebas para una posterior intervención.	<ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones visuales • Lubricación • Verificación on-line • Verificación off-line • Limpieza según condición • Ajustes condicionales
Sistemático	Es una técnica utilizada para equipos que posean una disponibilidad media de servicio y cuyas averías causan algún desperfecto en el sistema productivo. Para utilizar este tipo de modelo se debe presentar algún síntoma de fallo mediante tareas de medición de parámetros y pruebas.	<ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones visuales • Lubricación • Verificación on-line • Verificación off-line • Limpieza según condición • Ajustes condicionales • Limpiezas sistemáticas • Ajustes sistemáticos • Sustitución sistemática de piezas
Alta disponibilidad	Se usa para equipos que no deben sufrir fallas cuya disponibilidad esta sobre el 90%; este modelo utiliza tareas de mantenimiento predictivo que permita conocer el estado del equipo.	<ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones visuales • Lubricación • Verificación on-line • Verificación off-line • Limpieza según condición • Ajustes condicionales • Limpiezas sistemáticas • Ajustes sistemáticos • Sustitución sistemática de piezas • Grandes revisiones

Fuente: Organización y Gestión Integral del Mantenimiento

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.3.9. Fallas

Según John Moubray en el mantenimiento centrado en la confiabilidad, es “el único suceso que puede hacer que un bien deje de funcionar al nivel requerido” (Moubray, 2004, p.48). Cuando sucede este evento atrae consigo consecuencias económicas para la empresa inclusive causan accidentes que dañan a las personas y al medio ambiente.

2.3.9.1. Falla total o funcional

Falla total o funcional es definida como la falta de capacidad del activo para cumplir una función específica definida por el usuario dentro su respectivo contexto operacional. Además, la guía para

la norma de mantenimiento centrado en confiabilidad explica que estas fallas son “relativamente fáciles de identificar” (SAE JA1012, 2002, p.14).

Mientras que el RCM abreviado refiere que “para determinar un fallo funcional, no tenemos más que determinar la función que cumple y definir el fallo como la anti función, como el no cumplimiento de su función” (García, 2003, p.39).

La falla total produce el paro inmediato del equipo, por lo tanto, las consecuencias a la empresa se ven reflejadas en reducción o atraso de producción programada y elevación de los costos de mantenimiento, generalmente.

2.3.9.2. Falla parcial o técnica

La falla parcial es el término utilizado en la metodología del RCM completa, para cuando el equipo continúa funcionando, pero fuera de los límites admisibles definidos por el usuario. Según la guía para la norma de mantenimiento centrado en confiabilidad, este tipo de fallas se “necesita identificarse separadamente porque ellas son causadas casi siempre por modos de falla” (SAE JA1012, 2002, p.14).

Mientras que, la metodología del RCM abreviado denomina a estas fallas como técnicas, donde el activo cumple su función, por debajo de los estándares de funcionamiento establecidos, que causan degradaciones aceleradas del equipo, al no ser controladas a tiempo.

2.3.10. Modos de fallos

Las tareas de mantenimiento son determinadas para mitigar los modos de falla que son “cualquier evento que causa una falla funcional” (Moubray, 2004, pp.56-57). La descripción de un modo de fallo debe contener un sustantivo y un verbo, además esta, tiene que ser detallada de forma tal, que permita la selección de una estrategia de manejo adecuada. Además, se debe contemplar el uso de un sustantivo y un verbo. Los fallos técnicos o totales son causados por múltiples modos de falla, por lo tanto, es necesario realizar un análisis exhaustivo para un mejor resultado.

Es necesario, resaltar que, la metodología del RCM cuenta con un nivel de detalle más profundo para el análisis de los modos de falla que busca la causa raíz del fallo, mientras que, el método abreviado posee un análisis conciso debido a que su resultado es un plan de mantenimiento inicial.

2.3.11. Efectos de fallas

Los efectos de falla son los que “describen lo que sucede cuando se presenta cada modo de falla. Esta descripción debe incluir toda la información necesaria para respaldar la evaluación de las

consecuencias de las fallas” (Moubray, 2004, pp.76-77). La descripción de los efectos de falla debe contener los aspectos mostrados en la figura 11-2 que son extraídos del libro RCM II de John Moubray.

- Aspectos a tomar en cuenta para describir los efectos de falla**

 - La evidencia (si la hubiera) de que se ha producido una falla.
 - Las maneras (si las hubiera) en que la falla supone una amenaza para la seguridad y el medio ambiente.
 - Las maneras (si las hubiera) en que afecta a la producción o a las operaciones
 - Los daños físicos (si los hubiera) causados por la falla.
 - Qué debe hacerse para reparar la falla.

Figura 11-2: Aspectos para describir los efectos de falla
Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.3.12. Consecuencias de fallas

Las fallas que ocurren diariamente en la industria afectan de distintas maneras a las organizaciones donde estas suceden, causando un impacto económico negativo y consumo de recursos para su reparación, generalmente. Por lo tanto, el mantenimiento se debe orientar a reducir estos impactos negativos causados por los fallos que se conoce como consecuencias de fallas que son “los efectos que puede provocar un modo de falla o una falla múltiple (evidencia de falla, impacto en la seguridad, en el ambiente, en la capacidad operacional, en los costos de reparación directos o indirectos) (SAE JA1011, 1999, p.4).

La metodología del RCM abreviado cuenta con un análisis para determinar las formas de actuación ante una falla, lo cual está en función de los modelos de mantenimiento como se muestra en la tabla 4-2.

Tabla 4-2: Clasificación de las consecuencias de falla según RCM abreviado

Modelo de mantenimiento	Falla	
	Fallo funcional	Fallo Técnico
Alta disponibilidad	A evitar	A amortiguar
Sistemático	A evitar	A amortiguar
Condicional	A amortiguar	A amortiguar
Correctivo	No se estudian	

Fuente: Organización y gestión integral del mantenimiento

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Una de las partes más importantes de proceso del RCM, es el reconocimiento “que las consecuencias de las fallas son mucho más importantes que sus características técnicas, en realidad reconoce que la única razón de hacer cualquier tipo de mantenimiento proactivo no es

para evitar las fallas en sí, sino evitar o al menos reducir las consecuencias que estas traen” (Moubray, 2004). El mantenimiento centrado en la confiabilidad de John Moubray, clasifica a las consecuencias de fallas en cuatro grupos importantes, que se describen en la tabla 5-2.

Tabla 5-2: Clasificación de las consecuencias de falla del RCM

Tipo de consecuencia de falla	Descripción
Consecuencias de fallas ocultas	Estas consecuencias no causan un impacto directo, pero exponen a la empresa a fallas múltiples que tienen consecuencias serias y catastróficas.
Consecuencias medio ambientales y de seguridad	Estas consecuencias violan cualquier normativa medioambiental corporativa, regional, nacional o internacional. A la vez, se pueden tener consecuencias de seguridad que pueden dañar o causar la muerte.
Consecuencias operativas	Estas consecuencias afectan al rendimiento, calidad del producto, servicio al cliente o costos operativos, además el costo directo de reparación.
Consecuencias no operativas	Estas consecuencias no tienen consecuencias ni de seguridad, ni de protección, de modo que solo implican el costo de reparación

Fuente: RCM II

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.3.13. Tareas proactivas

Estas tareas están enfocadas tanto a mantenimientos predictivos como preventivos.

Según John Moubray en el mantenimiento centrado en la confiabilidad, indica que “son los trabajos realizados antes de que la falla ocurra, para prevenir que el equipo llegue a un estado de falla” (Moubray, 2004).

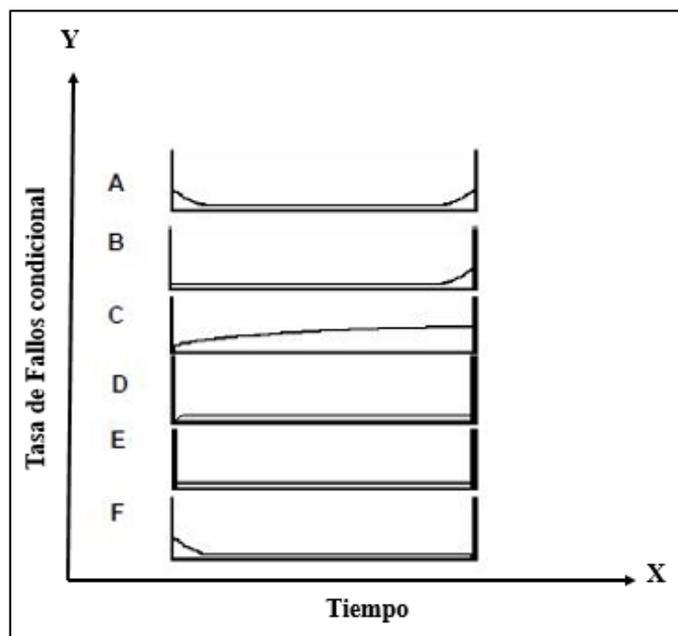


Figura 12-2: Patrones de fallas

Fuente: (Moubray, 2004)

El patrón A es tradicionalmente conocido como la curva de la bañera, donde presenta al inicio una mortalidad infantil posterior a ello una falla constante y finalmente con una zona de desgaste.

El patrón B indica una falla de manera creciente y con una zona de desgaste al finalizar.

El patrón C se manifiesta de manera creciente y no tiene definido la edad de desgaste.

El patrón D da a conocer cuando el activo es nuevo al inicio presenta una probabilidad baja de fallar y de repente sube a una escala que se mantendrá constante.

El patrón E presenta una probabilidad constante que en cualquier ínstate de la edad puede fallar.

El patrón F se manifiesta inicialmente con una elevada mortalidad infantil y posterior a ello una probabilidad estrechamente pausada de fallo durante su edad.

Con anterioridad se mencionó al mantenimiento predictivo y preventivo que son parte de las tareas proactivas, pero en el proceso RCM completo se basa con su propia terminología y las categoriza en tres tipos de tareas:

2.3.13.1. Tareas de mantenimiento basado en la condición

Las tareas basadas en la condición “consisten en chequear si hay fallas potenciales, para que se pueda actuar para prevenir la falla funcional o evitar las consecuencias de la falla funcional” (Moubray, 2004). Este tipo de actividades suelen realizarse con los elementos monitoreados en funcionamiento para observar su comportamiento dentro de los estándares establecidos por el usuario.

2.3.13.2. Tareas de restauración programada

Son las que “abarcan la re-fabricación de un componente, o la restauración de un montaje antes de que termine su vida útil programada, sin tener en cuenta su condición en ese momento” (Moubray, 2004).

2.3.13.3. Tareas de descarte programado

Son las que “implica deshacerse de un ítem al, o antes del tiempo programado, sin importar su condición en ese momento” (Moubray, 2004).

Mientras que, la metodología del RCM abreviado contempla las tareas de mantenimiento que exponen en la tabla 6-2, las cuales son tomadas del libro “Organización y Gestión Integral del Mantenimiento” de Santiago García.

Las tareas expuestas en la tabla 6-2, se relacionan con los modelos de mantenimiento como se visualiza en la tabla 7-2.

Tabla 6-2: Tareas de mantenimiento. RCM abreviado

Tipo	Tarea de mantenimiento	Descripción
1	Inspecciones visuales	Las inspecciones visuales siempre son rentables debido a su coste bajo.
2	Lubricación	Son tareas de coste bajo y rentables.
3	Verificaciones del correcto funcionamiento realizadas con instrumentos propios del equipo (on-line)	Consiste en la toma de datos de los parámetros de funcionamiento del equipo utilizando los instrumentos propios del equipo. Por lo tanto, es necesario fijar valores normales que deben ser controlados, y en caso de anomalía de lectura se debe detallar cual es el procedimiento de actuación ante el desperfecto.
4	Verificaciones del correcto funcionamiento realizadas con instrumentos externos del equipo (off line)	Se busca con estas actividades, observar si el equipo cumple con los estándares pre establecidos, para lo cual, se trasladan equipos y maquinas especiales, que no estarán conectadas al equipo constantemente. Siendo estos equipos simples y complejos.
5	Limpiezas técnicas condicionales	Se las realiza de acuerdo al estado en el que se encuentre el equipo.
6	Ajustes condicionales	Se las realiza dependiendo si el equipo haya presentado síntomas de necesitar este tipo de tarea.
7	Limpiezas técnicas sistemáticas	Se las realiza cada cierta frecuencia de horas de funcionamiento, sin importar el estado del equipo.
8	Ajustes sistemáticos	Se las realiza sin tomar en cuenta, si el equipo ha presentado síntomas de necesitar este tipo de tarea.
9	Sustitución sistemática de piezas	Se las realiza por horas de servicio o por fecha de calendario, sin comprobar el estado.
10	Grandes revisiones	Se realiza sustitución de todas las piezas que estén sometidas a desgaste.

Fuente: Organización y gestión integral del mantenimiento

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Tabla 7-2: Tareas de mantenimiento. Modelos de mantenimiento

Tipos de tareas de mantenimiento	Modelos de mantenimiento			
	Correctivo	Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
1. Inspecciones visuales	Correctivo	Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
2. Lubricación	Correctivo	Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
3. Verificaciones on-line	Correctivo	Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
4. Verificaciones off-line		Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
5. Limpieza según condición		Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
6. Ajustes condicionales		Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
7. Limpiezas sistemáticas			Sistemático	Alta Disponibilidad
8. Ajustes sistemáticos			Sistemático	Alta Disponibilidad
9. Sustitución sistemática de piezas			Sistemático	Alta Disponibilidad
10. Grandes revisiones				Alta Disponibilidad

Fuente: Organización y gestión integral del mantenimiento

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Como se muestra en la tabla 7-2, para el desarrollo del presente trabajo se utiliza los modelos de mantenimiento que tienen definidas las diferentes tareas a realizarse, para esto se difiere del uso del diagrama de decisión del RCM.

2.3.14. Rutinas de mantenimiento

Las rutinas de mantenimiento son “trabajos de preservación y mantenimiento, necesarios periódicamente para obtener buena apariencia, duración y funcionamiento del recurso” (Villanueva, 2014). Buscando agrupar tareas de acuerdo a criterios como la frecuencia y especialista que la realiza; con el fin de facilitar su ejecución.

Una de los tipos de rutinas radica en inspeccionar periódicamente un activo de manera coordinada sobre las partes o elementos vulnerables a fallos, con el propósito de prevenir la ocurrencia de estas fallas.

2.3.15. Frecuencias de mantenimiento

Para tener un plan de mantenimiento óptimo es necesario determinar adecuadamente las listas de tareas y los intervalos entre cada ejecución, por lo tanto, la frecuencia de mantenimiento es el tiempo que se estima para la intervención de las tareas de mantenimiento en los activos.

Las frecuencias de mantenimiento tienden a dividirse en dos tipos, la primera es forma de calendario (diaria, semanal, mensual, etc.), mientras que la segunda es en modos de operación o también conocida unidades operadas (kilometro, horas, libras, etc.), cada tipo de frecuencia tiene componentes como son valor numérico y unidad, con el propósito de mejorar la realización de tareas de mantenimiento.

Existen elementos que ayudan a tener precisión dentro del conteo del número de horas, kilómetros, etc., los cuales se describen en la tabla 8-2.

Tabla 8-2: Medidores para modos de operación

Modo de operación	Medidor	Descripción
Horas	Horómetro	Es un dispositivo que se encarga de medir el tiempo transcurrido en horas, minutos o segundos de cualquier equipo desde que se encendió.
Kilómetros	Odómetro	Es un dispositivo encargado de medir la distancia que recorre un vehículo.

Fuente: Varios

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.3.16. Logística de mantenimiento

La logística de mantenimiento es la “provisión de recursos, servicios y gestión necesarios para realizar el mantenimiento” (UNE-EN 13306, 2011, p.18).

La disponibilidad de los activos e instalaciones depende directamente de la efectividad de las tareas que se realicen, lo cual está ligado directamente con la gestión logística.

La gestión logística debe responder al adecuado aprovisionamiento de repuestos en función de las fallas existentes en los activos, inclusive controla la compra de estos, antes del tiempo programado para la ejecución de las tareas de mantenimiento, con el fin de que el proveedor abastezca la bodega oportunamente.

2.3.16.1. Repuestos

Es el “elemento destinado a sustituir a un elemento análogo, con objeto de conservar o mantener la función original requerida del elemento” (UNE-EN 13306, 2011, p.8).

Los repuestos son elementos fungibles, porque su existencia depende que se acaben y puedan ser reemplazados cuando se desgasten. Por lo tanto, llevar una óptima gestión de repuestos mantiene a los activos dentro de las metas de disponibilidad trazadas.

2.3.16.2. Materiales e insumos

Para cada tarea de mantenimiento se determina materiales e insumos que serán consumidos durante la ejecución de las diferentes actividades a realizar. Es decir, es el “elemento o material que es fungible, que puede ser sustituido de forma regular y que generalmente no es un elemento específico” (UNE-EN 13306, 2011, p.8).

2.3.16.3. Mano de obra

Es la persona encargada de efectuar la tarea de mantenimiento, esta mano de obra tiende a cumplir con una descripción que de tal manera sea un número de personas con su respectiva especialidad y un valor de tiempo establecido con su respectiva unidad.

2.3.16.4. Equipos y herramientas

El equipo se caracteriza por ser un aparato que brinda ayuda de mantenimiento con mayor facilidad. Mientras que, las herramientas son instrumentos que facilitan trabajos y requiere de una fuerza externa que es una persona.

2.3.16.5. Documentación de apoyo logístico

Son documentos informativos que ayudan a aclarar dudas, instruir de manera correcta en la realización de tareas de mantenimiento específicamente en el activo a mantener, con la finalidad de tener un trabajo altamente eficiente. En la tabla 9-2 se detallan la documentación de apoyo logístico.

Tabla 9-2: Documentación para apoyo logístico

Nombre del documento	Descripción del documento
Instructivos	Son documentos impresos, digitales o en video que tiene instrucciones tanto de seguridad industrial, cuidados medioambientales y procedimiento de ejecución.
Manuales técnicos	Son documentos impresos o digitales categorizados (características técnicas, partes, sistemas, etc.), que permiten una fuente de consulta.
Planos	Son documentos categorizados (eléctricos, mecánicos, fluidos, etc.), que facilitan la consulta o revisión y estos pueden estar impresos o de manera digital
Formatos para recopilación de datos y medidas	Son documentos guías o formatos que facilitan al técnico en la recopilación de información tanto de datos y medidas (aislamiento, temperatura, frecuencia, etc.), en un determinado activo.

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.4. Sistemas de documentación de mantenimiento

La documentación de mantenimiento es definida como “todo el conjunto de documentos y elementos de información a considerar en la adquisición de cualquier instalación, equipo, sistema o subsistema, con objeto de hacer posible la organización de su mantenimiento” (UNE-EN 13460, 2010). El desempeño de los activos es observado mediante los datos recolectados en los diferentes formatos que son diseñados por las empresas o normativas internacionales, para llevar el registro de las actividades de mantenimiento ayudando a la toma de decisiones.

Existen bastantes documentos necesarios para el control del mantenimiento, a continuación, se detallan, los más relevantes:

2.4.1. Ficha técnica

Los datos técnicos son las “especificaciones proporcionados por el fabricante del elemento” (UNE-EN 13460, 2009). El diseño y registro adecuado de la ficha técnica proporciona información necesaria para la adquisición de repuestos y materiales para el mantenimiento.

Los principales campos que contiene el diseño del formato de la ficha técnica son: fabricante, fecha de fabricación, modelo, tipo, número de serie, dimensiones, peso, capacidad, requisitos de potencia y servicio, etc. En la tabla 10-2, se muestra los principales campos de la ficha técnica.

Tabla 10-2: Ficha técnica

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			
Código			Descripción
Función			
Fotografía del equipo	Marca		
	Modelo		
	Serie		
	Placa		
	Origen		
	Año de fabricación		
	Fecha de adquisición		
	Fuente de alimentación		
	Fecha del último mantenimiento		
	Valor de adquisición		
	Dimensiones		
	Ubicación		

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.4.2. *Solicitud de trabajo*

Es un documento emitido por cualquier área o sección de la empresa, con el fin de solicitar la intervención correctiva de una falla o para notificar algún desperfecto. Hay que mencionar, que es necesario, la estandarización de este documento para un adecuado almacenamiento y control. En la tabla 11-2, se visualiza un modelo de la solicitud de trabajo.

Tabla 11-2: Solicitud de trabajo

SOLICITUD DE MANTENIMIENTO			N°
Nombre del solicitante:			
Área solicitante			
Fecha de solicitud			
Cód. Maquina		Máquina	
Prioridad de ejecución	Urgente ()	Normal ()	Moderada ()
Falla detectada			
Descripción de la falla			
Datos adicionales			
Firma solicitante		Firma Responsable	

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.4.3. Orden de trabajo

Es un documento que es entregado al personal de mantenimiento que corresponda y que contiene toda la información necesaria para desarrollar una determinada actividad. Además, la orden de trabajo contiene “las referencias a otros documentos necesarios para llevar a cabo el trabajo de mantenimiento” (UNE-EN 13460, 2009). En la tabla 12-2 se indica un modelo de orden de trabajo.

Tabla 12-2: Orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO				N°
Área		Fecha de emisión		
Emitida por				
Fecha de inicio		Fecha de fin		
Código		Máquina		
Tipo de mantenimiento	Correctiva ()		Preventiva ()	
Prioridad	Urgente ()	Normal ()	Moderada ()	
Descripción de las tareas				
Observaciones				
Materiales/Repuestos		Mano de obra		
Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad	
Firma (emite)	Firma (ejecuta)		Firma (cierra)	

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.4.4. Solicitud de repuestos, materiales y herramientas

Este documento es utilizado para solicitar materiales, repuestos y herramientas detallados en la orden de trabajo, con el fin de desarrollar de manera adecuada las actividades. Esta solicitud es emitida por el personal ejecutante y es direccionando a la bodega. La tabla 13-2 detalla los campos que debe contener el formato de una solicitud de materiales.

Tabla 13-2: Solicitud de recursos para mantenimiento

SOLICITUD DE RECURSOS						
FECHA:		HORA:			Número de solicitud	
Entrega:				Recibe:		
Repuesto	Material		Herramientas o equipos	Área de destino:		
Código	Descripción del material			Cantidad	Unidad	Precio

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.5. Costos de mantenimiento

Es el valor económico cancelado por concepto de la ejecución de tareas de mantenimiento, tanto preventiva como correctiva con la finalidad de que el activo vuelva a cumplir su función. Los costos de mantenimiento deben ayudar a medir cuan efectiva son las estrategias aplicadas.

La tabla 14-2 describe la clasificación de los costos de mantenimiento según el libro “Organización y Planificación de Sistemas de Mantenimiento”.

Tabla 14-2: Clasificación de los costos de mantenimiento

Tipo de costo	Descripción
Costos directos	Se refieren a la mano de obra (personal técnico, administrativo y obreros de mantenimiento), materiales (materiales de consumos, partes y repuestos), trabajos y servicios de mantenimiento contratados a terceros, depreciación y amortización de equipos e instalaciones utilizadas para mantenimiento y pequeñas inversiones destinadas a optimizar el mantenimiento.
Costos indirectos	Se refieren a paralización de producción, costo de capital inmovilizado en la bodega (materiales, partes y repuestos para mantenimiento).
Costos generales	Se refieren al mantenimiento de edificios, caminos, equipos, etc., que no interesan directamente al proceso de producción.

Fuente: Organización y Planificación de Sistemas de Mantenimiento

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.6. Gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO)

Los GMAO son programas informáticos que ayudan al control de las actividades de mantenimiento realizado en las empresas u organizaciones, por lo tanto, debe ser de fácil manejo para los usuarios, debido a que ellos “facilitan los datos al sistema, actualizan historiales, despachan las ordenes de trabajo, entre otras actividades” (López y Guamán, 2015).

Las empresas pequeñas crean sus GMAO en hojas de Microsoft Excel debido a que no incurren en ningún gasto, que en comparación a grandes fábricas que invierten en software más complejos para el control de sus actividades de mantenimiento como SAP, Máximas, SisMAC, etc.

2.7. Capacitación

La capacitación se define como “el medio o instrumento que enseña y desarrollo sistemáticamente, y coloca en circunstancias de competencia y competitividad a cualquier persona” (Siliceo, 2006). Por lo tanto, la aplicación de esta acción prepara al personal de la empresa para realizar nuevas actividades con efectividad.

2.7.1. Tipo de capacitación

Los tipos de capacitación se encuentran en la tabla 15-2 (Gutiérrez, 2004):

Tabla 15-2: Tipos de capacitación

Tipo de capacitación	Descripción
Capacitación para el trabajo	La persona adopta conocimiento y destrezas relacionadas al puesto de trabajo, la forma de operar la empresa, etc., facilitando la rápida integración al trabajo o área.
Capacitación en el trabajo	Este tipo de capacitación aporta al personal conocimientos para apoyo y mejora de los que ya posee, con el fin de aumentar el desempeño y productividad en las funciones que le han sido dadas.
Desarrollo de personal	Comprende forjar la personalidad de la persona incluyendo el carácter, relaciones sociales, hábitos, cultivo de inteligencias, etc., este proceso se da a través de la integración de la personalidad para mejorar la actitud hacia el trabajo, actividades recreativas y culturales, que busca fomentar la sensibilidad y la creatividad aplicada al trabajo realizado.

Fuente: Gutiérrez, 2004

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

2.8. Indicadores de mantenimiento

Los indicadores de mantenimiento “miden el nivel del desempeño de un proceso, centrándose en el "cómo" e indicando el rendimiento de los procesos, de forma que se pueda alcanzar el objetivo fijado” (PROPYMES, 2014). La información necesaria para calcular los indicadores de mantenimiento se realiza mediante el uso de formatos adecuados como la orden de trabajo.

Existen varios indicadores, para el presente trabajo se utilizan:

- Indicador de costos de mantenimiento, e
- Indicador de consumo de combustible.

2.9. Cuerpo de bomberos

En el Ecuador, los cuerpos de bombero son organismos que se encuentran al servicio de la población ecuatoriana, los que se encargan de socorrer y precautelar a las personas, animales y bienes ante cualquier emergencia causada por la naturaleza o el ser humano.

Los bomberos en su mayoría son personas que pertenecen a cuerpos de titularidad pública, divididos a su vez en dos tipos: asalariados y voluntarios.

También existen bomberos que pertenecen a los cuerpos de titularidad privada, como son: bombero forestal, bomberos en fábrica y empresa o pertenecientes a áreas universitarias, que en su gran mayoría colaboran con la parte investigativa científica en pro a la profesión, y desempeñado sus obligaciones propias como cuerpo de bomberos.

2.9.1. Organización de los cuerpos de bombero

Los organismos superiores de los cuerpos de bomberos del Ecuador son: Ministerio de Trabajo y Bienestar Social, y las jefaturas de zona de los bomberos, estos regulan y organizan el funcionamiento, personal y distribución de los equipos.

Los cuerpos de bomberos se clasifican en tres categorías:

- Categoría A: son cuerpos de bomberos de zona, aquí se hallan las ciudades de Quito, Guayaquil y Cuenca.
- Categoría B: son cuerpos de bomberos de capitales de las provincias del Ecuador.
- Categoría C: son cuerpos de bomberos pertenecientes a las cabeceras, cantonales, parroquiales, recintos y caseríos.

En esta última categoría se encuentra el cuerpo de bombero de Baños de Agua Santa, siendo este el objeto de estudio.

2.9.2. El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa

El cuerpo de bomberos de Baños de Agua Santa es una institución que con su personal rentado y voluntario trabajan en beneficio de la ciudadanía, en la lucha contra incendios forestales y estructurales, búsqueda y rescate en ambientes naturales: aguas rápidas, alta y media montaña, interviene en emergencias donde se necesite atención pre hospitalaria y dar seguridad, cumpliendo con protocolos para proteger la seguridad humana y recursos materiales.

2.9.2.1. Misión

Salvar vidas y proteger bienes inmuebles con acciones oportunas y eficientes en la lucha contra el fuego, rescate y salvamento, atender en caso de emergencias por desastres naturales y/o producidos por el ser humano

2.9.2.2. Visión

Ser una institución líder en prevención y respuesta de emergencias, contando con los mejores elementos, infraestructura y equipo de trabajo, logrando ser reconocidos a nivel nacional por nuestra capacidad de servicio y desempeño profesional y voluntario.

2.9.2.3. Organigrama institucional

El organigrama se desarrolló por el Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa y se modificó

por quienes elaboraron este proyecto, con el fin de incluir al área de mantenimiento, el resultado se muestra en la figura 13-2.

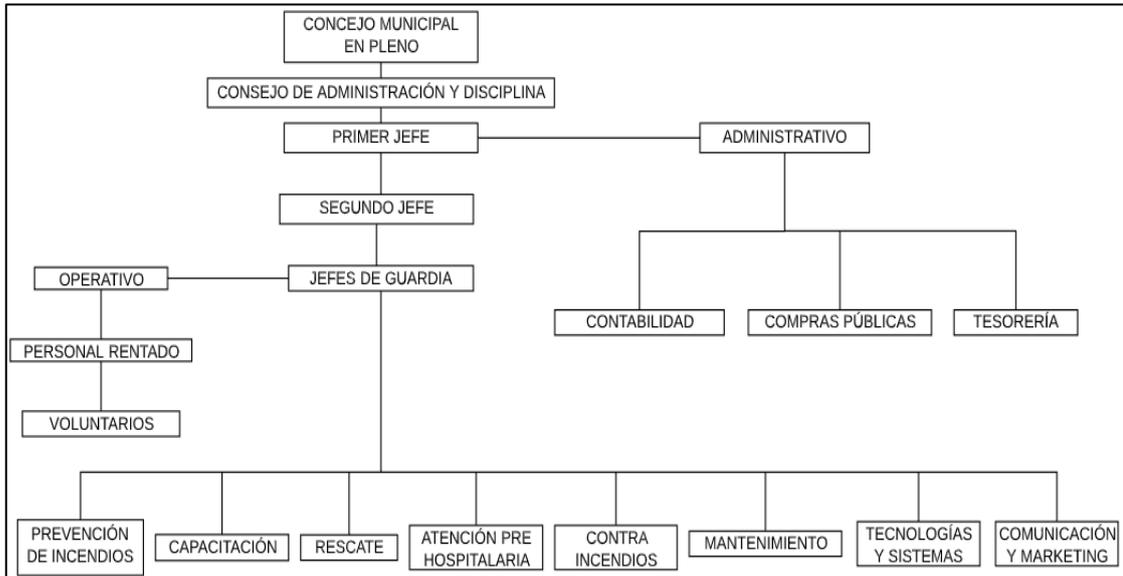


Figura 13-2: Organigrama institucional

Fuente: Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa

2.10. Resumen general

En este capítulo se revisó la metodología RCM abreviado, se realizará la matriz de mantenimiento que se necesita para la posterior aplicación. A continuación, en la tabla 16-2 se presenta un resumen de los pasos a seguir.

Tabla 16-2: Resumen general de la metodología RCM abreviado

Paso	Descripción
1	Definición de funciones y estándares de funcionamiento que son recolectados en un documento denominado contexto operacional.
2	Criticidad de equipos a través de la metodología cualitativa con el método del flujograma
3	Definición del tipo de modelos de mantenimiento: Básico, Condicional, Sistemático y de Alta Disponibilidad
4	Definición de fallas: funcional o total y parcial o técnica
5	Determinación de la clasificación de los fallos en: a evitar y a amortiguar
5	Definición de los modos de falla
6	Determinación de las medidas preventivas en función de los modelos de mantenimiento
7	Determinación de las frecuencias de mantenimiento
8	Determinación de la logística de mantenimiento
9	Agrupación de tareas en gamas o rutinas de mantenimiento

Fuente: Varios

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Identificación de áreas y equipos

El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa cuenta con nueve áreas dentro de su institución, en el trabajo se delimitó a cuatro áreas según el nivel de importancia. Se aclara que no existe un departamento de mantenimiento establecido, el mantenimiento es responsabilidad del personal de cada turno. A continuación, se detallan las áreas.

3.1.1. *Área contra incendios*

Esta área se encarga de controlar y mitigar cualquier tipo de incendio que se produzca en la zona urbana y rural de la ciudad de Baños mediante el uso de los tanqueros y autobombas.

3.1.2. *Área de atención pre hospitalaria*

Esta área se encarga de brindar soporte vital dentro de la zona urbana y rural de la ciudad de Baños, antes y durante el traslado de la persona que ha sufrido un accidente, hasta que se llegue al hospital mediante el uso de la ambulancia.

3.1.3. *Área de rescate*

Esta área se encarga de brindar rescate a las personas que se encuentran atrapadas o en peligro dentro de la zona urbana y rural de la ciudad de Baños, se utilizan vehículos con equipos especiales para socorrer en cualquier tipo de situación.

3.1.4. *Área de generación eléctrica y aire comprimido*

Esta área suministra energía eléctrica a la estación del Cuerpo de Bomberos cuando se produce un corte luz en la ciudad de Baños usando un grupo electrógeno. También se encarga de recargar con aire comprimido los tanques de autocontenido.

3.2. Desarrollo de la matriz de mantenimiento basado en el RCM abreviado

El desarrollo de la matriz de mantenimiento basado en la metodología del RCM abreviado ayudará al personal del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa a tener un mejor control de las actividades de mantenimiento de los equipos.

3.2.1. *Inventario y codificación*

Para realizar el inventario y codificación de los equipos se utilizó la norma ISO 14224 donde se describen los niveles de jerarquía necesarios para el desarrollo del trabajo, que se detalla a continuación.

3.2.1.1. *Nivel uno: Ubicación o planta*

El presente nivel de jerarquía representa a la ubicación y se utilizó una codificación de tipo alfanumérico, en la figura 1-3 se muestra la estructura del código:



Figura 1-3: Nivel uno
Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

3.2.1.2. *Nivel dos: Área*

El presente nivel de jerarquía representa a las áreas del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa y para su estructura de código se utilizó una codificación de tipo alfabético como se detalla en la figura 2-3.

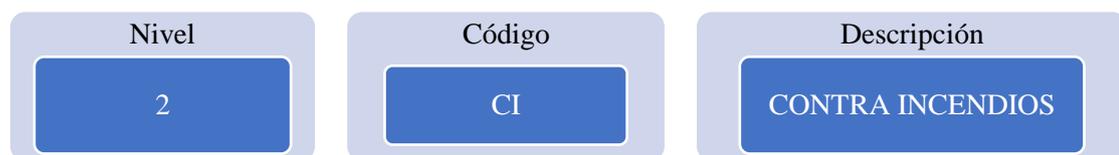


Figura 2-3: Nivel dos
Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

3.2.1.3. *Nivel tres: sistemas o máquinas*

El presente nivel de jerarquía representa a las máquinas o sistemas que se encuentran en el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa y para su estructura de código se utilizó una codificación de tipo alfanumérico como se detalla en la figura 3-3.



Figura 3-3: Nivel tres
Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

3.2.1.4. Nivel cuatro: equipos

El presente nivel de jerarquía representa a los equipos que conforman los diferentes sistemas que se encuentran en el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa y para su estructura de código se utilizó una codificación de tipo alfabético como se detalla en la figura 4-3.

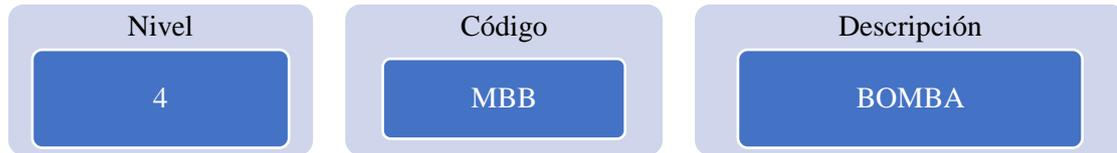


Figura 4-3: Nivel cuatro
Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

La estructura conjunta de la codificación se indica en la figura 5-3.

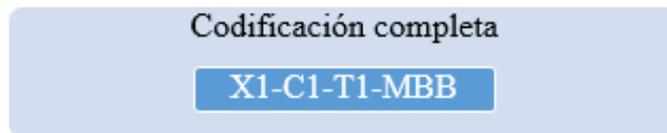


Figura 5-3: Codificación completa
Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

La codificación completa de los equipos del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa se encuentra en el anexo A.

3.2.2. Definición del contexto operacional

La definición del contexto operacional es necesaria para determinar los parámetros de control del activo a controlar. En la tabla 1-3, se define el contexto operacional del tanquero Chevrolet Kodiak.

Tabla 1-3: Contexto operacional

RESUMEN OPERATIVO				
Nombre de la máquina	Tanquero Chevrolet Kodiak	Área	Contra Incendios	
Código de activos fijos	001.001	Código del equipo	X1-CI-T1	
				

Jerarquización del sistema	Localización	Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa
	Área	Contra Incendios
	Máquina	Tanquero Chevrolet Kodiak
Propósito del sistema	Esta área se encarga de controlar y mitigar cualquier tipo de incendio que se produzca en la zona urbana o rural de la ciudad de Baños mediante el uso de los tanqueros y autobombas.	
Descripción de la máquina	El tanquero es el encargado de mitigar los incendios que se produzcan en la zona urbana o rural de la ciudad de Baños.	
Dispositivos de seguridad	Frenos, luces, dirección hidráulica, espejos retrovisores, cinturones de seguridad	
Diagrama de Entrada, Proceso y Salida (EPS)	<p style="text-align: center;"> Aceite Combustible Agua  ENTRADA PROCESO SALIDA </p>	
Metas de Seguridad/Ambientales/ Operacionales	Seguridad: Cumplir con las normativas de la NFPA	
	Ambientales: No aplica	
	Operacionales: Mitigar los incendios	
Planes futuros		
PERSONAL		
Turnos rotativos	3 turnos diarios	
Operación	El tanquero funciona a base de diésel para el motor de combustión.	
Mantenimiento	El mantenimiento se realiza de forma externa.	
DIVISIÓN DE PROCESO		
Listado de componentes del sistema	Motobomba a gasolina lado izquierdo Motobomba a gasolina lado derecha Cabina-chasis Depósito-tanque de agua Motor de combustión del vehículo Transmisión de movimiento Suspensión-frenos-dirección Equipo contra incendios Equipo de radio y comunicación vehicular Sistema eléctrico vehicular	
Redundancia	Si	

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

El modelo de registro del contexto operacional se propone para su posterior replica en los demás equipos.

3.2.3. Criticidad de equipos

La criticidad de los equipos sirve para determinar a qué activo se le dedicara la mayor cantidad de recursos de mantenimiento. Para determinar la criticidad se utilizaron los factores de la tabla

2-2 del capítulo II, los cuales fueron aplicados como ejemplo aplicativo a la motobomba a gasolina lado izquierdo del tanquero Chevrolet Kodiak del área Contra Incendios.

Este análisis se describe en la tabla 2-3.

Tabla 2-3: Análisis de criticidad

Análisis de criticidad		
Factor de criticidad	Clasificación	Descripción
Seguridad y medio ambiente	B	Puede ocasionar un accidente, pero las posibilidades son poco probables y necesita revisiones periódicas
Disponibilidad de operación	A	El equipo debe funcionar de forma inmediata ante la ocurrencia de una emergencia.
Calidad de servicio	A	El correcto funcionamiento del equipo es clave para dar un servicio de calidad y oportuno accionar ante una emergencia.
Mantenimiento	A	Tiene un alto costo de reparación y consume gran cantidad de los recursos de mantenimiento.

Fuente: Gestión y organización integral del mantenimiento

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

La metodología de criticidad desarrollada explica que, la clasificación más alta, que en el caso aplicativo de la tabla 2-3 es la A define al equipo como crítico, sin importar que en el análisis aparezca una categoría B o C.

De igual manera, se realizó el análisis de los equipos restantes del tanquero Chevrolet Kodiak como se muestra en la tabla 3-3.

Siendo los factores de criticidad: F1: Seguridad y medio ambiente, F2: Disponibilidad de operación, F3: Calidad de servicio y F4: Mantenimiento

Tabla 3-3: Análisis de criticidad. Caso aplicativo

Máquina	Equipos	Factores de criticidad				Criticidad
		F1	F2	F3	F4	
Tanquero Chevrolet Kodiak	Motobomba a gasolina lado izquierdo	B	A	A	A	Crítico
	Cabina-chasis	C	B	B	C	Semicrítico
	Depósito-tanque de agua	B	A	A	A	Crítico
	Motor de combustión del vehículo	A	A	A	A	Crítico
	Transmisión de movimiento	B	A	A	B	Crítico
	Suspensión-frenos-dirección	A	A	A	B	Crítico
	Equipo contra incendios	B	A	A	C	Crítico
	Equipo de radio y comunicación vehicular	C	A	A	C	Crítico
Sistema eléctrico vehicular	B	A	B	C	Crítico	

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

El resto del análisis de criticidad de los equipos junto a sus respectivas máquinas se encuentran en el anexo B.

3.2.4. Modelos de mantenimiento

El análisis previo de criticidad junto a la disponibilidad de horas que trabajan ayuda a la adecuada selección del modelo de mantenimiento. En la tabla 4-3, se detalla el comportamiento de los equipos del tanquero Chevrolet Kodiak.

Tabla 4-3: Modelos de mantenimiento

MODELOS DE MANTENIMIENTO				
Equipos	Código	Criticidad	Disponibilidad	Modelo
Motobomba a gasolina lado izquierdo	MBB	Crítico	>40% y <90%	Sistemático
Cabina-chasis	MCA	Semicritico	<40%	Condicional
Deposito-tanque del agua	MDP	Crítico	>40% y <90%	Sistemático
Motor de combustión del vehículo	MCC	Crítico	>40% y <90%	Sistemático
Transmisión de movimiento	MST	Crítico	>40% y <90%	Sistemático
Suspensión-frenos-dirección	MSF	Crítico	>40% y <90%	Sistemático
Equipo contra incendio	MRC	Crítico	>40% y <90%	Sistemático
Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	Semicritico	<40%	Condicional
Sistema eléctrico vehicular	EEV	Crítico	>40% y <90%	Sistemático

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

El análisis de los equipos restantes se encuentra en el anexo C.

3.2.5. Fallas y modos de falla

La determinación de los fallos y modos de fallo ayuda a la adecuada selección de las tareas que mitiguen las consecuencias de estos. En la tabla 5-3 se muestra el análisis de fallas y modos de fallas aplicado a la motobomba del tanquero Chevrolet Kodiak.

Tabla 5-3: Análisis de fallas y modos de falla

Máquina	Equipo	Cód. falla	Falla	Tipo falla	Cód modo falla	Modo de falla	Clasif. modo de falla
Tanquero Chevrolet Kodiak	Motobomba a gasolina lado izquierdo	A	La bomba no enciende	F	1	Cuerda de arranque deteriorada	AE
				F	2	Bobina cortocircuitada	AE
				F	3	Carburador descalibrado	AE
				F	4	Bujía desgastada	AE
		B	La bomba no funciona dentro de sus parámetros normales	T	1	Aceite del motor saturado	AA
				T	2	Depurador obstruido	AA
				T	3	Filtro de aire obstruido	AA
				T	4	Filtro del combustible obstruido	AA
	T			5	Fugas de aceite en el motor de combustión	AA	

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Nota: en tipo de falla: F es de funcional y T es de técnico, mientras que en la columna clasificación del modo de falla: AA es a amortiguar y AE es a evitar.

El análisis de fallas y modos de fallas de los equipos restantes del presente ejemplo y de las demás máquinas se encuentra en el anexo D.

3.2.6. Selección de tareas y frecuencias de mantenimiento

La adecuada selección de tareas que reduzcan los modos de falla determinados en el paso anterior ayudará a que los activos cumplan con su ciclo de vida útil esperada.

Para seleccionar las tareas adecuadas se debe tomar en cuenta la tabla 7-2 del capítulo II donde se muestran las actividades de mantenimiento en función del modelo de mantenimiento. Como caso aplicativo se tiene al tanquero Chevrolet Kodiak del área contra incendios que posee un nivel de criticidad crítico, por lo que, mediante el flujograma de la figura 6-2 del capítulo anterior se definió un modelo condicional, que posee las siguientes actividades: inspecciones visuales, tareas de lubricación, verificaciones on-line, verificaciones off-line, limpiezas según condición y ajustes condicionales.

En la tabla 6-3 se visualiza las tareas junto a las frecuencias determinadas para el tanquero Chevrolet Kodiak del área contra incendios.

Tabla 6-3: Tareas de mantenimiento

Máquina	Equipo	Tarea de mantenimiento	Frecuencia (semanas)
TANQUERO CHEVROLET KODIAK	Motobomba a gasolina lado izquierdo	Cambio de aceite del motor de combustión interna	24
		Limpieza del depurador y filtro de aire	24
		Cambio de filtro de aire	52
		Cambio del filtro de combustible	52
		Cambio de bujía	52
		ABC del carburador	24
		Inspección del estado de la cuerda de encendido (chicote)	12
		Inspección de fugas en la bomba (sello mecánico)	4
		Limpieza, inspección y reajuste general	36
		Inspección de fugas del cuerpo del tanque	36
		Limpieza exterior del tanque	4

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Las tareas junto a sus respectivas frecuencias de los equipos restantes del presente ejemplo y las demás máquinas se encuentran en el anexo E.

3.2.7. Selección de logística de mantenimiento

La selección de los medios necesarios, ayudara a ejecutar efectivamente las actividades de mantenimiento determinadas en el plan de mantenimiento.

3.2.7.1. Mano de obra

El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa realiza sus actividades de mantenimiento con la ayuda de personal externo.

3.2.7.2. Equipos y herramientas

La vida útil de los elementos a mantener depende del uso correcto de los equipos y herramientas definidos en las actividades de mantenimiento.

En la tabla 7-3 se describen los equipos y herramientas necesarios para ejecutar las tareas de mantenimiento del tanquero Chevrolet Kodiak del área contra incendios.

Tabla 7-3: Herramientas y equipos

Tareas de mantenimiento			Herramientas y equipos		
Máquina	Equipo	Tarea de mantenimiento	Descripción	Unid	Cant
Tanquero Chevrolet Kodiak	Motobomba a gasolina lado izquierdo	Cambio de aceite del motor de combustión interna	Juego de llaves mixtas	Kit	1
		Limpieza del depurador y filtro de aire	Compresor de aire	Und	1
			Juego de destornilladores	Kit	1
		Cambio de filtro de aire			
		Cambio del filtro de combustible	Juego de destornilladores	Kit	1
		Cambio de bujía	Llave de bujía	Und	1
		ABC del carburador	Alicate	Und	1
			Juego de destornilladores	Kit	1
			Juego de llaves	Kit	1
		Inspección del estado de la cuerda de encendido (chicote)	Juego de destornilladores	Kit	1
		Inspección de fugas en la bomba (sello mecánico)		Kit	
Limpieza, inspección y reajuste general	Juego de llaves o dados	Kit	1		

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

3.2.7.3. Repuestos y materiales

En la tabla 8-3 se muestra los repuestos y materiales necesarios para ejecutar las tareas de mantenimiento del tanquero Chevrolet Kodiak del área contra incendios.

Tabla 8-3: Materiales y repuestos

Máquina	Tareas de mantenimiento		Materiales y repuestos		
	Equipos	Tarea de mantenimiento	Descripción	Unid.	Cant.
Tanquero Chevrolet Kodiak	Motobomba a gasolina lado izquierdo	Cambio de aceite del motor de combustión interna	Aceite SAE W40	Litro	1
		Limpieza del depurador y filtro de aire	Guaípe	Libra	1
		Cambio de filtro de aire	Filtro de aire	Und	1
		Cambio de bujía	Bujía	Und	1
		ABC del carburador	Silicona	Und	1
			Limpiador del carburador	Litro	½
			Empaque de asiento de carburador	Und	1
		Inspección de fugas en la bomba (sello mecánico)			
		Limpieza, inspección y reajuste general	Brocha	Und	1
			Guaípe	Libra	1
			Gasolina	Litro	1

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Las herramientas y equipos determinados en la tabla 7-3, tanto como los repuestos y materiales obtenidos en la tabla 8-3 provienen de una bitácora.

La logística de los equipos restantes del presente ejemplo y de las demás máquinas se presentan en el anexo E.

3.2.8. Rutinas de mantenimiento

Las rutinas de mantenimiento agrupan las actividades que posean la misma frecuencia, ya sea en un solo equipo o en varios. Para el presente trabajo se definió las rutinas en base al kilometraje de trabajo y modo calendario.

En la tabla 9-3 se muestra la rutina de mantenimiento semestral para el tanquero T1, tanquero T2 y autobomba B1. Se escogió la frecuencia modo calendario para la agrupación de tareas, debido a que estos vehículos tienen un tiempo de operación bajo, pero se necesita que estén disponibles.

Tabla 9-3: Rutina semestral de mantenimiento para el T1

Frecuencia: Semestral	Equipo	Cod. Máquina
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de aceite del motor y filtro de aceite. • Cambio de filtro de combustible. • Inspección del estado de la cuerda de encendido. 	Motobomba	X1-CI-T1-MBB
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de filtro de enfriamiento. • Cambio de aceite del motor de combustión y filtro de aceite. • Inspección y limpieza de filtro de aire (Cambiar de ser necesario). • Cambio de filtro de combustible. • Cambio de filtro de purga. 	Motor de combustión	X1-CI-T1-MMC
<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del estado de la batería. • Verificación del funcionamiento de las luces. 	Sistema eléctrico	X1-CI-T1-EEV
<ul style="list-style-type: none"> • Lubricación de puntos. 	Cabina chasis	X1-CI-T1-MCA
<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza integral del tanque (interior y exterior). • Inspección de fugas en el cuerpo del tanque. 	Depósito-tanque de agua	X1-CI-T1-MDP
<ul style="list-style-type: none"> • Engrase de las crucetas del cardán. 	Transmisión de movimiento	X1-CI-T1-MST
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el nivel del líquido de frenos. • Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario). 	Dirección-suspensión-frenos	X1-CI-T1-MSF
<ul style="list-style-type: none"> • Engrase del sistema de dirección. • Inspección del estado de los bujes de suspensión (cambiar de ser necesario). • Inspección de fugas en los acoples y líneas de suministro de aire. 		

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Las rutinas de mantenimiento de las tablas 9-3, para el tanquero T1 tienen la posibilidad de cambiar a rutinas por modo de operación basado en el kilometraje, debido a cambios inesperados en el uso de los mismos.

Las rutinas de mantenimiento de los equipos restantes se encuentran en el anexo G.

3.3. Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento ayudan al personal a calcular el presupuesto anual para ejecutar las actividades de mantenimiento. En el presente trabajo se ha dividido en costos directos e indirectos.

Los costos directos se refieren a los recursos utilizados para desarrollar de manera adecuada las tareas de mantenimiento, los cuales son presentados en la tabla 10-3. Los costos indirectos son por transporte hacia el taller para la ejecución de las tareas de mantenimiento y movilización ante una emergencia.

Para realizar el cálculo del estimado del consumo de combustible se realizó una estimación aproximada sobre el consumo mensual del tanquero T1 que se tomó como ejemplo aplicativo, al mes de abril del 2020 con un consumo de 92,73 galones de diésel y un recorrido de 605 kilómetros.

A continuación, se determinó un indicador sobre el consumo de combustible, el cual es el cociente entre los galones consumidos y los kilómetros recorridos.

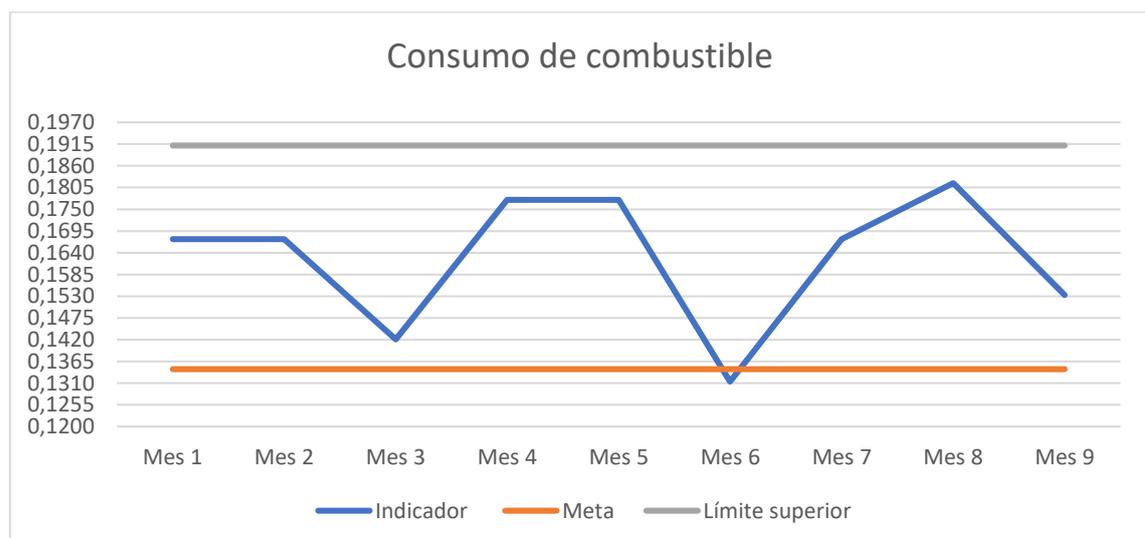
$$\text{Consumo de combustible} = \frac{\text{Galones consumidos}}{\text{kilómetros recorridos}} \quad (1)$$

Luego se procedió a determinar la media, desviación estándar, un límite central y límite de control superior, para lo cual, se determinó un nivel de confianza de 95% y mediante la distribución normal se determinó el valor de z que es igual a 1,63.

Todos estos datos son calculados mediante los comandos del Microsoft Excel. Entonces, se obtuvo el siguiente resultado:

$$\text{Consumo de combustible} = \frac{92,73}{605} = 0,15 \text{ galones/kilómetro}$$

En la gráfica 1-3 se encuentra el comportamiento del indicador del consumo de combustible que esta expresada con la ecuación (1). Hay que tomar en cuenta que, la línea central de consumo no debe alcanzar al límite superior.



Gráfica 1-3: Consumo de combustible del año 2019

Realizado por: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Tabla 10-3: Costos de mantenimiento

Máquina	Tareas de mantenimiento		Materiales y repuestos			Mano de obra	Costos (\$)	
	Equipos	Tarea de mantenimiento	Descripción	Unid.	Cant.		Unitario	Total
Tanquero Chevrolet Kodiak	Motobomba a gasolina lado izquierdo	Cambio de aceite del motor de combustión interna	Aceite W40 (mono grado)	Litro	1	Externa	10,00	10,00
		Limpieza del depurador y filtro de aire	Guaípe	Libra	1		1,00	1,00
		Cambio de filtro de aire	Filtro de aire	Und	1		1,00	1,00
		Cambio de bujía	Bujía	Und	1		4,00	4,00
		ABC del carburador	Silicona	Und	1		2,50	2,50
			Limpiador del carburador	Litro	½		5,00	5,00
			Empaque de asiento de carburador	Und	1		4,00	4,00
		Inspección de fugas en la bomba (sello mecánico)						
		Limpieza, inspección y reajuste general	Brocha ½"	Und	1		1,00	1,00
			Guaípe	Libra	1		1,00	1,00
	Gasolina		Galón	1		1,85	1,85	
	Cabina-chasis	Lubricación de puntos	Grasa NLGI 4 base litio	Libra	1		5,00	5,00
		Inspección del estado de la cabina y chasis						
		Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)	Agua con shampoo	Litro	2		1,00	1,00
		Cambio de limpiaparabrisas	Plumas limpiaparabrisas 20"	Und	2		10,00	20,00
		Lavado, engrasado y pulverizado	Servicio	Und	1		21,92	21,92
		Grafitada	Servicio	Und	1		28,00	28,00
Alineación del chasis								
Revisar la presión de aire en los neumáticos								
		Aceite 15W40	Galón	6		21,43	128,57	

Motor de combustión del vehículo	Cambio de aceite y filtro del aceite	Filtro de aceite C-5715	Und	1		13,39	13,39
	Cambio del filtro de aire	Guaípe	Libra	1		1,00	1,00
		Filtro de aire A-6020	Und	1		19,64	19,64
		Filtro de enfriamiento LF-750	Und	1		16,07	16,07
	Inspección y limpieza del filtro de aire	Guaípe	Lb	1		1,00	1,00
	Cambio de filtros de combustible y filtro de purga	Filtro de diésel 815	Und	1		13,39	13,39
		Filtro de purga A106	Und	1		10,71	10,71
	Inspección de los niveles de fluidos del motor (aceite y refrigerante)						
	Cambio de bujías de precalentamiento	Bujías de precalentamiento	Und	6		60	360
	Cambio de filtros de toberas	Pre filtros	Und	6			
	Revisión del sistema de presión de aire (turbo)						
	Limpieza del sistema de presión de aire	Líquido limpiador de mecanismos (WD40)	MI	454		7,00	7,00
		Guaípe	Libra	1		1,00	1,00
	Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante						
	Cambio de bandas del motor	Banda	Und	1		50,00	50,00
	Cambio del líquido refrigerante	Líquido refrigerante	Caneca	1		30,00	30,00
	Limpieza del tanque de combustible						
Transmisión de movimiento	Cambio de aceite de la caja de cambios	Aceite de caja 80w90	Galón	4		21,43	85,71
	Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	Aceite de la corona 85W140	Caneca	1		107,14	107,14

		Engrase de las crucetas del cardán	Grasa NLGI 4, base litio	Lb	1		5,00	5,00
	Suspensión-frenos-dirección	Engrase de sistema de dirección	Grasa NLGI 4, base litio	Lb	1			
		Cambio del aceite hidráulico de la dirección	Aceite hidráulico ATF	Litro	1		8,00	8,00
		Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	Aceite hidráulico ATF	Litro	1			
		Purgas de los tanques de almacenamiento del aire						
		Inspección de fugas en los acoples y líneas de suministro de aire	Agua con jabón	Litro	1		0,50	0,50
		Alineación, balanceo y regulación de frenos	Servicio		1		40,00	40,00
		Cambio de bujes de la suspensión	Bujes	Und	16		2,00	32,00
		Inspección del estado de la suspensión						
		Equipo contra incendio	Inspección del estado, limpieza y orden de los equipos	Escoba	Und	1		
	Equipo de radio y comunicación vehicular	Pruebas de funcionamiento del equipo						
	Sistema eléctrico vehicular	Revisión del estado de la batería						
		Verificar el funcionamiento de las luces						
Total								685,49

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

3.4. Desarrollo de la hoja de control de mantenimiento

En el presente capítulo se detalla la propuesta para la gestión de mantenimiento asistido por ordenador, que fue desarrollada con el uso de Microsoft Excel, lo cual ayudara al mejor control de las actividades de mantenimiento, que se realicen en el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa.

Microsoft Excel es una herramienta que es utilizada de manera adecuada para analizar, controlar, almacenar y procesar datos. Este software desarrollado en Excel permitirá controlar y tomar decisiones de mantenimiento, acorde a la realidad del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa.

3.4.1. Interfaz principal

La interfaz principal del software desarrollado para el control de mantenimiento del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa cuenta con dos columnas de botones; como se muestra en la figura 6-3.



Figura 6-3: Interfaz principal

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Hay que mencionar que, al dar clic sobre el botón azul se redirigirá a una pestaña para el ingreso de datos del inventario de activos, fichas técnicas de activos, plan de mantenimiento de activos e historial de mantenimiento, respectivamente, mientras que, al seleccionar sobre el botón verde se proyectara una hoja con datos recopilados con respecto al criterio que el usuario requiera como

son: datos del inventario, ficha técnica de activos, plan de mantenimiento de activos e historiales de mantenimiento, actividades y combustibles.

3.4.2. Inventario de activos

Partiendo del interfaz principal, al dar clic en el botón inventario de activos se desplegará una pestaña donde se deberá ingresar datos de los activos a mantener, contando con cinco campos de carácter obligatorio (*), cada uno tiene una lista desplegable para buscar y seleccionar planta, área, maquina, tipo de equipo respectivamente. Hay que mencionar, que el código de cada nivel y total aparecerá de manera automática; como se muestra en la figura 7-3

NIVEL	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
PLANTA: * (Estación)	<input type="text"/>	#N/A
AREA: *	<input type="text"/>	#N/A
MAQUINA: *	<input type="text"/>	#N/A
TIPO: *	<input type="text"/>	#N/A
EQUIPO: *	<input type="text"/>	#N/A #
		CÓDIGO TOTAL #N/A

MENÚ GUARDAR BASE DE DATOS

Figura 7-3: Interfaz para ingreso de activos a mantener.

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Cabe recalcar que, esta pestaña cuenta con tres botones principales, los cuales se describen enseguida.

- Botón Menú: devuelve al usuario a la interfaz principal.
- Botón Guardar: sirve para guardar los datos registrados en los campos de la pestaña inventario de activos- Hay que mencionar que, si se registraron de manera adecuada, el software proporcionará un mensaje “DATOS GUARDADOS CORRECTAMENTE” y se finalizará el registro, caso contrario se mostrará un mensaje “DATOS VACIOS” para lo cual, se debe revisar que campos no contiene datos.
- Botón Base de Datos: dirige al usuario a una hoja base donde están registrados y guardados todos los datos que se han llenado en los campos de la pestaña inventario de activos.

- INF: Es un pequeño icono que se encuentra ubicado en parte derecha superior de la pestaña inventario de activos, que al ser pulsado permite visualizar una hoja que contiene toda la información del software. Esta hoja se utiliza para actualizar la información que se genera en los distintos campos de selección de las listas desplegables, es decir, aquí se ingresan o quitan datos.

3.4.3. Ficha técnica

Partiendo del interfaz principal, al dar clic en el botón ficha técnica de activos se desplegará una pestaña donde se deberá ingresar datos de los activos a mantener, la cual contiene siete campos de carácter obligatorio (*) y 10 campos de carácter opcional; como se muestra en la figura 8-3. En algunos campos tiene una lista desplegable para buscar y seleccionar como: maquina, fuente de alimentación y ubicación, los cuales requieren ser llenados por el usuario respectivamente.

BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS DE BAÑOS DE AGUA SANTA

FICHA TÉCNICA DE ACTIVOS

INF

MÁQUINA:* FECHA ACTUAL:

CÓDIGO:* FECHA DE ULTIMO MANTENIMIENTO:

MARCA:* VALOR DE ADQUISICIÓN:*

MODELO:* DIMENSIONES:

SERIE: UBICACIÓN :*

PLACA: (Area) FUNCIÓN:

ORIGEN: IMÁGEN:

AÑO DE FABRICACIÓN:

FECHA DE ADQUISICIÓN:

FUENTE DE ALIMENTACIÓN:*

MENÚ GUARDAR BASE DE DATOS

Figura 8-3: Interfaz para ingreso de fichas técnicas

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Hay que mencionar que, esta pestaña cuenta con tres botones principales y un ícono de información, se debe mencionar que, la información recolectada en la ficha técnica de activos ayuda a determinar los recursos apropiados para realizar las tareas de mantenimiento:

- Botón Menú: devuelve al usuario a la interfaz principal.
- Botón Guardar: sirve para guardar los datos registrados en los campos de la pestaña ficha técnica de activos. Hay que mencionar que, si se registraron de manera adecuada los datos, el software proporcionará un mensaje “DATOS GUARDADOS CORRECTAMENTE” y se finalizará el registro, caso contrario se mostrará un mensaje “DATOS VACIOS” para lo cual, se debe revisar que campos no contiene datos.

- Botón Base de Datos: dirige al usuario a una hoja base donde están registrados y guardados todos los datos que se han llenado en los campos de la pestaña ficha técnica de activos.
- INF: Es un pequeño icono que se encuentra ubicado en parte derecha superior de la pestaña inventario de activos, que al ser pulsado permite visualizar una hoja que contiene toda la información del software. Esta hoja se utiliza para actualizar la información que se genera en los distintos campos de selección de las listas desplegables, es decir, aquí se ingresan o quitan datos.

3.4.4. Plan de mantenimiento

Partiendo del interfaz principal, al dar clic en el botón plan de mantenimiento de activos se desplegará una pestaña donde se deberá ingresar datos referentes a las actividades de mantenimiento para los activos a mantener, contando con seis campos de carácter obligatorio (*) y siete de carácter opcional; como se muestra en la figura 9-3.

En algunos campos tiene una lista desplegable para buscar y seleccionar como: equipo, tipo de tarea, tarea, mano de obra, unidades y en otros tiene: UOPS, frecuencia, ultima lectura, última fecha, repuestos, etc., los cuales requieren ser llenados por el usuario respectivamente.

BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS DE BAÑOS DE AGUA SANTA
PLAN DE MANTENIMIENTO

EQUIPO:* MANO DE OBRA:* CANTIDAD UNIDAD INF

CÓDIGO:* REPUESTO: CANTIDAD UNIDAD

TIPO DE TAREA:* MATERIAL: CANTIDAD UNIDAD

TAREA:* INSUMO: CANTIDAD UNIDAD

UOPS: TIEMPO DE DURACIÓN: UNIDAD

FRECUENCIA:* UNIDAD

ULTIMA LECTURA: UNIDAD

ULTIMA FECHA:

MENÚ GUARDAR BASE DE DATOS

Figura 9-3: Interfaz para ingreso del plan de mantenimiento

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Hay que mencionar que, esta pestaña cuenta con tres botones principales y un icono de información. Hay que mencionar que, la información recolectada en el plan de mantenimiento de activos ayuda a realizar el cronograma de actividades:

- Botón Menú: devuelve al usuario a la interfaz principal.
- Botón Guardar: sirve para guardar los datos registrados en los campos de la pestaña plan de mantenimiento de activos. Hay que mencionar que, si los datos se registraron de manera

adecuada, el software proporcionará un mensaje “DATOS GUARDADOS CORRECTAMENTE” y se finalizará el registro, caso contrario se mostrará un mensaje “DATOS VACIOS” para lo cual, se debe revisar que campos no contiene datos.

- Botón Base de Datos: dirige al usuario a una hoja base donde están registrados y guardados todos los datos que se han llenado en los campos de la pestaña plan de mantenimiento de activos.
- INF: Es un pequeño icono que se encuentra ubicado en parte derecha superior de la pestaña plan de mantenimiento de activos, que al pulsar sobre este permite visualizar una hoja que contiene toda la información del software. Esta hoja se utiliza para actualizar la información que se genera en los distintos campos de selección de las listas desplegables, es decir, aquí se ingresan o quitan datos.

3.4.5. Historial de mantenimiento

Partiendo del interfaz principal, al dar clic en el botón historial de mantenimiento se desplegará una pestaña donde se deberá ingresar datos referentes a las actividades de mantenimiento ejecutadas en los activos a mantener, esta pestaña está dividida en tres secciones; como se muestra en la figura 9-3, donde se recolectará información referente a:

3.4.5.1. Historial de mantenimiento

En esta sección se recolectará información referente a las tareas de mantenimiento realizadas conjuntamente con los recursos utilizados. A la vez cuenta con nueve campos de carácter obligatorio (*) y seis campos de carácter opcional; como se muestra en la figura 9-3. En algunos campos tiene una lista desplegable para buscar y seleccionar como: maquina, tipo de tarea, tarea, jefe de turno, responsable, etc. y otros como: fecha, ultima lectura, repuestos, etc., requieren ser llenados por el usuario respectivamente.

Hay que mencionar que, esta sección cuenta con cuatro botones principales:

- Botón Menú: devuelve al usuario a la interfaz principal.
- Botón Guardar: sirve para guardar los datos registrados en los campos de la sección historial de mantenimiento, si se registraron de manera adecuada, el software proporcionará un mensaje “DATOS GUARDADOS CORRECTAMENTE” y se finalizará el registro, caso contrario se mostrará un mensaje “DATOS VACIOS” para lo cual, se debe revisar que campos no contiene datos.
- Botón Base de Datos: dirige al usuario a una hoja base donde están registrados y guardados todos los datos que se han llenado en los campos de la sección historial de mantenimiento.

- Botón Contador: Este botón lleva al usuario a una hoja base donde se visualiza todo lo referente a las tareas de mantenimiento como: código, maquina, tipo de tarea, tarea de mantenimiento, frecuencia de mantenimiento, etc.

Hay que mencionar, que con esta información recopilada en la hoja sabe del contador se generará la próxima fecha y el faltante o excedente de la lectura para la ejecución de la próxima actividad de mantenimiento, cuando existe un excedente en la lectura del horómetro u odómetro se marcará con el color rojo mientras que, si existe un faltante se mantendrá en color amarillo o verde.

3.4.5.2. *Historial de actividades BCBB*

En esta sección se recolectará información referente a las actividades diarias (movilización) que realizan el personal del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa. A la vez cuenta con 8 campos de carácter obligatorio (*) y 2 campos de carácter opcional; como se muestra en la figura 10-3. En algunos campos tiene una lista desplegable para buscar y seleccionar como: maquina, jefe de turno, responsable, etc. y los demás campos como: actividad, fecha, lectura inicial, etc., requieren ser llenados por el usuario respectivamente.

Hay que mencionar que, esta sección cuenta con tres botones principales:

- Botón Guardar: sirve para guardar los datos registrados en los campos de la sección historial de actividades BCBB, si se registraron de manera adecuada, el software proporcionará un mensaje “DATOS GUARDADOS CORRECTAMENTE” y se finalizará el registro, caso contrario se mostrará un mensaje “DATOS VACIOS” para lo cual, se debe revisar que campos no contiene datos.
- Botón Base de Datos: dirige al usuario a una hoja base donde están registrados y guardados todos los datos que se han llenado en los campos de la sección historial de actividades BCBB.

3.4.5.3. *Historial de combustible*

En esta sección se recolectará información referente al combustible consumido en un periodo de tiempo por los activos del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa. A la vez cuenta con nueve campos de carácter obligatorio (*) y un campo de carácter opcional; como se muestra en la figura 9-3. En algunos campos tiene una lista desplegable para buscar y seleccionar como: maquina, tipo de combustible, jefe de turno, responsable, etc. y los demás campos como: cantidad de combustible, ultima lectura, fecha, etc., requieren ser llenados por el usuario respectivamente.

Hay que mencionar que, esta sección cuenta con tres botones principales:

- Botón Guardar: sirve para guardar los datos registrados en los campos de la sección historial de combustible, si se registraron de manera adecuada, el software proporcionará un mensaje “DATOS GUARDADOS CORRECTAMENTE” y se finalizará el registro, caso contrario se mostrará un mensaje “DATOS VACIOS” para lo cual, se debe revisar que campos no contiene datos.
- Botón Base de Datos: dirige al usuario a una hoja base donde están registrados y guardados todos los datos que se han llenado en los campos de la sección historial de combustible.

Figura 10-3: Interfaz para ingreso del historial de mantenimiento

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

Cabe mencionar que, se creó un convertor de unidades (Kilómetros a millas o millas a kilómetros) la cual sirve al momento de registrar el kilometraje actual de los vehículos, porque algunos vienen por defecto en sistema imperial y se necesita ingresar los valores en unidades del Sistema internacional, se ubica en la parte central en color azul. También tiene un pequeño icono “INF” que se encuentra ubicado en parte central superior de la pestaña historial de mantenimiento, que al pulsar sobre este permite visualizar una hoja que contiene toda la información del software. Esta hoja se utiliza para actualizar la información que se genera en los distintos campos de selección de las listas desplegadas, es decir, aquí se ingresan o quitan datos.

Hay que mencionar, que los datos recolectados en las diferentes secciones ayudaran al personal del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa al cálculo de indicadores, para medir la eficiencia y eficacia de la propuesta realizada.

3.5. Capacitación

El tipo de capacitación impartida al personal del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa fue en el trabajo debido a que, la propuesta realizada mediante el presente trabajo de titulación ayudara a controlar y medir la gestión de mantenimiento de los activos presentes.

Para lo cual, se realizó una capacitación presencial en el sitio de trabajo de la siguiente manera:

- Día uno: se despejó sobre inquietudes sobre mantenimiento enfocados a los equipos existentes en la institución, lo cual tuvo una duración de dos horas.
- Días dos: se presentó el software para el control de mantenimiento, lo cual tuvo una duración de dos horas. Hay que mencionar, que el personal capacitado sugirió mejoras.
- Día tres: se capacitó de manera teórica los temas legales para la institución, objetivos del proyecto, definiciones básicas sobre mantenimiento, RCM, tareas de mantenimiento y logística, costos de mantenimiento, GMAO y propuesta de codificación; mientras que, en lo práctico se explicó el uso de cada una de las pestañas, la forma de llenado y registro de datos. Esta capacitación tuvo una duración de cinco horas. Hay que mencionar que, el software realizado se dejó instalado en el computado existente en la estación de control.

Las capacitaciones realizadas se hicieron mediante diapositivas y el uso del software en el sitio de trabajo.



Fotografía 1-3: Capacitaciones realizadas

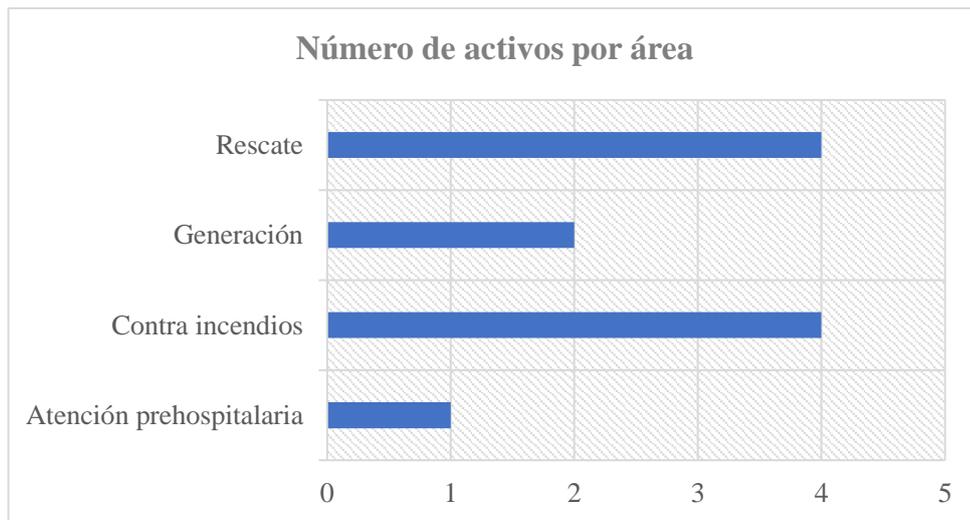
Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Recopilación de la información de los activos

La información de los activos fue recopilada mediante visitas al Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa, las cuatro áreas como se muestra en la gráfica 1-4, se mencionan en el capítulo III, obteniendo 11 activos en modo operativo.



Gráfica 1-4: Número de activos por área
Realizado por: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Todas las cuatro áreas son importantes y no pueden fallar ante una emergencia. El área de rescate y contra incendio tienen el mayor número de activos inventariados, estas áreas cuentan con activos redundantes de caracteres similares, permitiendo a los activos realizar paradas programadas de mantenimiento y evitando que el área quede inoperativa. Por otra parte, el área de atención pre hospitalaria, y generación eléctrica y aire comprimido no cuentan con activos redundantes, esto puede crear complicaciones en una emergencia si los equipos se encuentran en mantenimiento. Se puede observar en el anexo A los equipos inventariados según su área.

4.2. Codificación

La codificación de los activos se realizó mediante la norma ISO 14224, mencionada en el capítulo III, en la tabla 1-4 muestra tres columnas, la primera muestra los niveles jerárquicos, la segunda la descripción y la tercera muestra el número de elementos codificados por nivel, donde se empleó cuatro niveles jerárquicos, se inventarió y se codificó a 69 equipos contenidos en las 11 máquinas, pertenecientes a las cuatro áreas antes mencionadas, conservándose el código radiofónico las

máquinas e implementando una nueva estructura de codificación significativa como se muestra en la figura 5-3.

Tabla 1-4: Número de elementos codificados

Nivel Jerárquico	Descripción	Número de elementos codificados
1	Ubicación o planta	1
2	Área	4
3	Máquina o sistema	11
4	Equipo	69

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

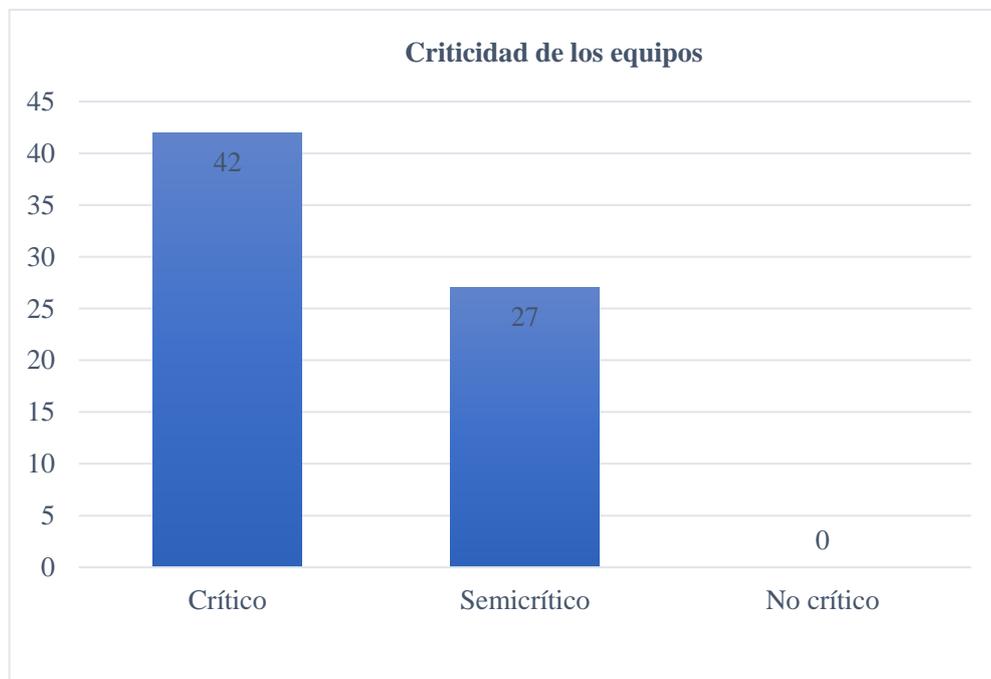
Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

4.3. Matriz de mantenimiento según el RCM abreviado

Los resultados de la matriz de mantenimiento, permitieron obtener un modelo de gestión basado en el RCM con el método abreviado, como se detallan a continuación:

4.3.1. Criticidad de los equipos

La criticidad de los equipos se realizó mediante un análisis, aplicando la metodología cualitativa para determinar su nivel como se muestra en la gráfica 2-4, donde se analizaron 69 equipos inventariados, obteniéndose 42 equipos “críticos”, 27 equipos “semicríticos” y no existen equipos “no críticos”.



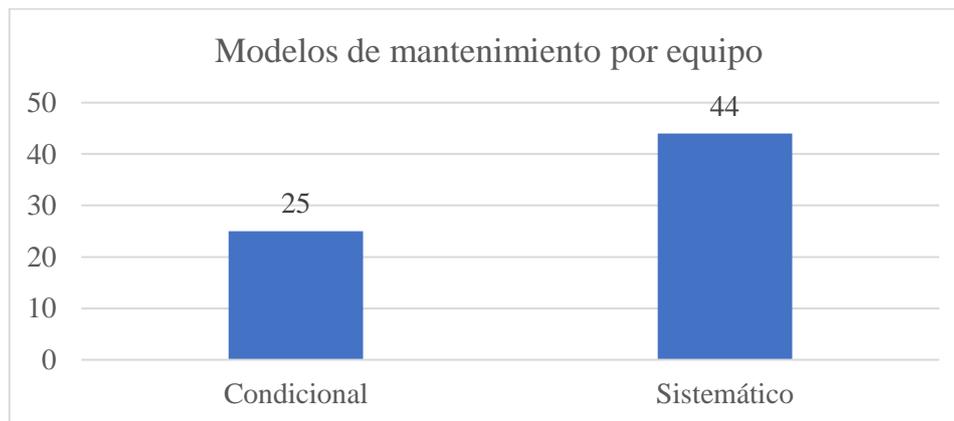
Gráfica 2-4: Criticidad de los equipos

Realizado por: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

En el capítulo III, la tabla 2-3 y tabla 3-3 muestra un ejemplo del proceso de análisis de criticidad y en el anexo B se detalla el estudio de los 69 equipos.

4.3.2. Modelos de mantenimiento

Los modelos de mantenimiento se definieron mediante la criticidad y la disponibilidad de los modelos programados. La selección de modelos de mantenimiento se realizó a nivel de equipo, como se muestra la gráfica 3-4, donde los 69 equipos analizados, se obtuvieron 25 equipos con modelo condicional, 44 equipos con modelo sistemático y ningún equipo de alta disponibilidad.



Gráfica 3-4: Modelos de mantenimiento

Realizado por: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

En el capítulo III, la tabla 4-3 muestra un ejemplo del proceso de selección de modelos de mantenimiento y en el anexo C se detalla el análisis de los 69 equipos.

4.3.3. Fallas y modos de falla

Las fallas y modos de falla se obtuvieron de manuales, experiencia del personal y de técnicos externos. En la tabla 2-4 muestra tres columnas, la primera la máquina, la segunda el número de falla y la tercera el número de modos de falla. Por ejemplo, en el tanquero Chevrolet Kodiak se podrían suscitar 16 fallas, que pueden ser causadas por 55 modos de falla.

Tabla 2-4: Número de fallas y modos de falla por máquina

Máquina	Número de falla	Número de modos de falla
Tanquero Chevrolet Kodiak	16	55
Tanquero Mitsubishi Fuso	14	52
Autobomba Mercedes Benz	17	57
Autobomba Ford 550	15	52
Ambulancia Hyundai	10	41
Camioneta Chevrolet LUV D-MAX	12	43
Camioneta Chevrolet D-MAX CRDI	12	43
Motocicleta Yamaha 1	6	11

Motocicleta Yamaha 2	6	11
Grupo electrógeno BRIGGS&STRATTION	1	1
Generador de aire comprimido	4	4
Moto fumigadora	4	9

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

En el capítulo III, la tabla 5-3 muestra un ejemplo del proceso de análisis de fallas y modos de falla, y en el anexo D se detalla de manera completa el estudio de todas las máquinas.

4.3.4. Tareas de mantenimiento

Las tareas de mantenimiento se determinan con el fin de reducir los modos de falla analizados. En la tabla 3-4 muestra dos columnas, la primera la máquina y la segunda el número de tareas, por ejemplo, para tanquero Chevrolet Kodiak tenemos un total de 45 tareas de mantenimiento.

Tabla 3-4: Número de tareas de mantenimiento

Máquina	Número de tareas
Tanquero Chevrolet Kodiak	45
Tanquero Mitsubishi Fuso	44
Autobomba Mercedes Benz	52
Autobomba Ford 550	59
Ambulancia Hyundai	37
Camioneta Chevrolet LUV D-MAX	37
Camioneta Chevrolet D-MAX CRDI	37
Motocicleta Yamaha 1	14
Motocicleta Yamaha 2	14
Grupo electrógeno BRIGGS&STRATTION	6
Generador de aire comprimido	9
Moto fumigadora	14

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

En el capítulo III, la tabla 6-3 muestra un ejemplo del proceso de selección de tareas de mantenimiento, y en el anexo E se detalla de manera completa las tareas y la logística de mantenimiento de cada máquina.

4.3.5. Rutinas de mantenimiento

Las rutinas de mantenimiento son tareas agrupadas por frecuencias de realización. En la tabla 4-4 muestra dos columnas, en la primera las rutinas por frecuencia y en la segunda el número de tareas. La frecuencia se determinó en dos formas: modo calendario por ejemplo cada dos días se debe realizar 8 tareas de mantenimiento y modo operación por ejemplo cada 1000km se debe realizar dos tareas de mantenimiento. El número de tareas abarca las actividades que se ejecutan en una o todas las máquinas según el tipo de rutina.

Tabla 4-4: Numero de tareas por rutina

Rutinas por frecuencia	Número de tareas
Dos días	8
Semanal	16
Quincenal	1
Mensual	31
Trimestral	26
Semestral	74
Anual	16
1000 km	2
2000 km	3
4000 km	3
5000 km	7
10000 km	6
15000 km	2
20000 km	6
30000 km	2
40000 km	8
50000 km	7
60000 km	5
80000 km	5
100000 km	1

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

En el capítulo III, la tabla 9-3 muestra un ejemplo del proceso de selección de tareas y frecuencias de mantenimiento, y en el anexo G se detalla las rutinas de mantenimiento correspondientes a cada una de las máquinas.

4.4. Costos de mantenimiento

El costo total de mantenimiento se obtuvo de la suma de todos los recursos necesarios como: mano de obra, materiales y repuestos para la ejecución de las tareas de mantenimiento. La tabla 5-4 muestra cuatro columnas, en la primera las áreas, en la segunda el código de activo, en la tercera el nombre de activo y en la cuarta el costo de mantenimiento anual del activo. Por ejemplo, en el área de contra incendios el tanquero Chevrolet Kodiak con código T1 requiere 685,49 dólares anuales para realizar los mantenimientos programados. Una vez obtenidos los costos de mantenimiento de todos los activos se suman los valores, dándose un presupuesto anual de mantenimiento de 5146,11 dólares.

Tabla 5-4: Costo total de mantenimiento

Área	Código equipo	Descripción	Costo del mantenimiento (\$)
Contra incendios	T1	Tanquero Chevrolet Kodiak	685,49
	T2	Tanquero Mitsubishi Fuso	591,42
	A1	Autobomba Mercedes Benz	1103,21
	A2	Autobomba Ford F550	1200

Atención pre hospitalaria	H1	Ambulancia Hyundai	366,62
Rescate	R1	Camioneta Ford Ranger	382,43
	R2	Camioneta Chevrolet Luv D-max	339,97
	R3	Camioneta Chevrolet D-max CRDi	316,97
	M1	Motocicleta Yamaha 1	78
	M2	Motocicleta Yamaha 1	78
Generación	G1	Grupo electrógeno Briggs&Strattion	34
	G2	Generador de aire comprimido	10
	MF	Motofumigadora	20
Total			5146,11

Fuente: Nolivos J., Hidalgo Y. 2020

Realizado por: Nolivos, J.; Hidalgo, Y. 2020

En el capítulo III, la tabla 10-3 muestra un ejemplo del proceso de análisis de costos de mantenimiento, y en el anexo F se detalla los costos de mantenimiento correspondiente a cada una de las máquinas.

4.5. Hoja de cálculo para el control del mantenimiento

A través del diseño de la hoja de cálculo en Microsoft Excel el Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa permitirá gestionar información de mantenimiento cumpliendo con el artículo 105 del capítulo VIII del Acuerdo017-CG-2016 Reglamento General para Administración, Utilización, Manejo y Control de los Bienes y Existencias del Sector Público, que dice referente al mantenimiento de bienes: “Todas las entidades u organismos públicos, contarán con el Plan Anual de Mantenimiento de los demás bienes, el mismo que debe contar con cronogramas, financiamiento y estar aprobado por la máxima autoridad o su delegado.” Ayudando de esta manera, a reunir los requisitos necesarios para las auditorias, como: el inventario de activos, las fichas técnicas, el plan de mantenimiento y el historial de mantenimiento.

Bomberos Baños llevaba un registro físico en hojas de papel de todas las actividades, estas se archivan cada cierto tiempo, ocupando espacio en bodega y resultando pérdida de tiempo al buscar alguna información. El producto final es una herramienta que ayudará en el registro y control de datos de manera ágil, la información recopilada es de fácil acceso e interpretación, permitiéndose tomar decisiones basadas en los datos. Esta herramienta brinda la oportunidad de tener toda la información en un archivo digital. Al principio puede llevar tiempo utilizar la hoja de cálculo, pero en un intervalo máximo de 6 meses se verán resultados, en la optimización como: en los tiempos de ingreso y archivo de datos, archivo, búsqueda de información, análisis y toma de decisiones.

CONCLUSIONES.

Se realizó el levantamiento de la información técnica de los equipos del Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa, de lo cual se obtuvieron 11 máquinas junto a sus respectivos parámetros de funcionamiento.

Se desarrolló la matriz de mantenimiento basado en la metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad con el método abreviado, para las 11 máquinas del Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa, se realizó codificación, análisis de criticidad, análisis de fallas y modos de falla, selección de tareas junto a su respectiva frecuencia y definición de rutinas de mantenimiento para su rápida ejecución.

Se definió la logística de mantenimiento como la mano de obra, materiales y repuestos, necesarios para la ejecución de las tareas de mantenimiento. Se determinó los costos de mantenimiento para todas las máquinas, obteniéndose un presupuesto anual de 5146,11 dólares.

Se creó una hoja de cálculo para la gestión de mantenimiento mediante el uso de Microsoft Excel aplicando Macros y Visual Basic; donde los usuarios pueden visualizar y registrar el inventario de activos, ficha de datos técnicos, tareas de mantenimiento a realizar, cronograma de actividades, historial de mantenimiento y un contador que proporciona la próxima fecha o lectura de ejecución de las tareas de mantenimiento.

Se capacitó al personal del Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa, sobre el desarrollo de la matriz de mantenimiento y la utilización de la hoja de cálculo diseñada en Microsoft Excel para la gestión de mantenimiento.

RECOMENDACIONES.

Dar seguimiento a la matriz de mantenimiento realizada, mediante evaluaciones a los datos ingresados y actualización semestral o anualmente del inventario de activos. El jefe del cuerpo de bomberos asignará a los responsables para dichas actividades.

Es necesario verificar que los datos ingresados a la hoja de cálculo diseñado en Microsoft Excel sean fidedignos, porque al momento de tomar decisiones si estos son erróneos, se dará como resultado un valor equivocado. Se sugiere llevar un control de manera física y digital.

Con el fin de reducir costos, se recomienda implementar el mantenimiento autónomo como habito debido a que existen tareas de mantenimiento que pueden ser realizadas por el personal del Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa. Mejorando así en la detección de fallas potenciales u operación anómala en el activo.

Se necesita que el personal conozca y actualice conocimientos sobre el funcionamiento y operación de los equipos.

Se recomienda, que se realice un análisis de tareas y frecuencias de mantenimiento de manera anual con el fin de optimizar los recursos de mantenimiento. A partir del año se podrán ver resultados, y se decidirá si aumentar o disminuir tareas y frecuencias de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA.

BONILLA, D. *Gestión del mantenimiento y codificación de equipo en el área de producción para una empresa de maderas tratadas.* 2017. Tesis Doctoral. Universidad de San Carlos de Guatemala.

GUTIERREZ, E. Diagnóstico de las Necesidades de Capacitación de los Barman de los Hoteles de Cinco Estrellas de Toluca y Metepec. *Trabajo de Titulación. Universidad Autónoma de México. México.* En: [http://books. Google. com. ec/books](http://books.google.com.ec/books), 2004.

LÓPEZ, J. *Implementación de una gestión de mantenimiento asistido por ordenador (gmao) para la flota vehicular del gad municipal de catamayo en la provincia de loja.* 2015. Tesis de Licenciatura.

MARTÍNEZ, L. Organización y planificación de sistemas de mantenimiento. *Centro de Estudios Gerenciales ISID*, 2007.

Moubray, J. *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad* (p. 330). 2004

RICALDI, C. Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento. 2013.

SAE 1011. *Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).* 1–12. 1999

SILICEO, A. *Capacitación y desarrollo de personal.* Editorial Limosa, 2006.

UNE-EN-13306. *Terminología del mantenimiento* (p. 32). 2011

VILLANUEVA, E. *La productividad en el mantenimiento industrial.* México D.F: Larousse - Grupo Editorial Patria, 2014. Print

ANEXOS

ANEXO A: CODIFICACIÓN

Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4		Codificación total	Estado del activo
Cód.	Descripción	Cód.	Descripción	Cód.	Descripción	Cód.	Descripción		
X1	Benemérito Cuerpo de Bomberos de Baños de Agua Santa	C1	Contra incendios	T1	TANQUERO CHEVROLET KODIAK	MBB	Motobomba a gasolina lado izquierdo	X1-CI -T1-MBB	Activo
						MBB	Motobomba a gasolina lado derecho	X1-CI -T1-MBB1	Fuera de servicio
						MCA	Cabina-chasis	X1-CI -T1-MCA	Activo
						MDP	Deposito-tanque de agua	X1-CI -T1-MDP	Activo
						MCC	Motor de combustión del vehículo	X1-CI -T1-MMC	Activo
						MST	Transmisión de movimiento	X1-CI -T1-MST	Activo
						MSF	Suspensión-frenos-dirección	X1-CI -T1-MSF	Activo
						MRC	Equipo contra incendios	X1-CI -T1-MRC	Activo
						ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	X1-CI -T1-ECV	Activo
				EEV	Sistema eléctrico vehicular	X1-CI -T1-EEV	Activo		
				T2	TANQUERO MITSUBISHI FUSO	MBB	Motobomba a diésel	X1-CI -T2-MBB	Activo
						MCA	Cabina-chasis	X1-CI -T2-MCA	Activo
						MDP	Deposito-tanque	X1-CI -T2-MDP	Activo
						MMC	Motor de combustión del vehículo	X1-CI -T2-MMC	Activo
						MST	Transmisión de movimiento	X1-CI -T2-MST	Activo
						MSF	Suspensión-frenos-dirección	X1-CI -T2-MSF	Activo
						MRC	Equipo contra incendios	X1-CI -T2-MRC	Activo
						ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	X1-CI -T2-ECV	Activo
				EEV	Sistema eléctrico vehicular	X1-CI -T2-EEV	Activo		
				B1	AUTOBOMBA MERCEDES BENZ	MBB	Autobomba	X1-CI -B1-MBB	Activo
						MCA	Cabina-chasis	X1-CI -B1-MCA	Activo
						MDP	Deposito-tanque	X1-CI -B1-MDP	Activo
						MCC	Motor de combustión del vehículo	X1-CI -B1-MMC	Activo
						MST	Transmisión de movimiento	X1-CI -B1-MST	Activo
						MSF	Suspensión-frenos-dirección	X1-CI -B1-MSF	Activo
				MRC	Equipo de rescate contra incendio	X1-CI -B1-MRC	Activo		

				B2	AUTOBOMBA FORD F550	ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	X1-CI -B1-ECV	Activo
						EEV	Sistema eléctrico vehicular	X1-CI -B1-EEV	Activo
						MBB	Bomba	X1-CI -B2-MBB	Activo
						MCA	Cabina-chasis	X1-CI -B2-MCA	Activo
						MDP	Deposito-tanque	X1-CI -B2-MDP	Activo
						MMC	Motor de combustión de vehículo	X1-CI -B2-MMC	Activo
						MST	Transmisión de movimiento	X1-CI -B2-MST	Activo
						MSF	Suspensión-frenos-dirección	X1-CI -B2-MSF	Activo
						MRC	Equipo de rescate contra incendio	X1-CI -B2-MRC	Activo
						ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	X1-CI -B2-ECV	Activo
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	X1-CI -B2-EEV	Activo				
		AH	Atención pre hospitalaria	A2	AMBULANCIA HYUNDAI H1	MCA	Cabina-chasis	X1-AH -A2-MCA	Activo
						MMC	Motor de combustión del vehículo	X1-AH -A2-MMC	Activo
						MST	Transmisión de movimiento	X1-AH -A2-MST	Activo
						MSF	Suspensión-frenos-dirección	X1-AH -A2-MSF	Activo
						MPH	Equipo de atención prehospitalaria	X1-AH -A2-MPH	Activo
						ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	X1-AH -A2-ECV	Activo
						EEV	Sistema eléctrico vehicular	X1-AH -A2-EEV	Activo
						RT	Rescate	R1	CAMIONETA FORD RANGER
		MMC	Motor de combustión del vehículo	X1-RT-R1-MMC	Dado de baja				
		MST	Transmisión de movimiento	X1-RT-R1-MST	Dado de baja				
		MSF	Suspensión-frenos-dirección	X1-RT-R1-MSF	Dado de baja				
		MRV	Equipos de rescate vehicular	X1-RT-R1-MRV	Dado de baja				
		ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	X1-RT-R1-ECV	Dado de baja				
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	X1-RT-R1-EEV	Dado de baja				
		R2	CAMIONETA CHEVROLET LUV D-MAX	MCA	Cabina-chasis				
				MCC	Motor de combustión del vehículo			X1-RT-R2-MMC	Activo
				MST	Transmisión de movimiento			X1-RT-R2-MST	Activo
				MSF	Suspensión-frenos-dirección			X1-RT-R2-MSF	Activo
				MRA	Equipo de rescate en aguas rápidas			X1-RT-R2-MRA	Activo
ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular			X1-RT-R2-ECV	Activo				
EEV	Sistema eléctrico vehicular	X1-RT-R2-EEV	Activo						
R3		MCA	Cabina-chasis	X1-RT-R3-MCA	Activo				

					CAMIONETA CHEVROLET D- MAX CRD	MMC	Motor de combustión del vehículo	X1-RT-R3-MMC	Activo		
						MST	Transmisión de movimiento	X1-RT-R3-MST	Activo		
						MSF	Suspensión-frenos-dirección	X1-RT-R3-MSF	Activo		
						MRC	Equipo de rescate contra incendio	X1-RT-R3-MRC	Activo		
						ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	X1-RT-R3-ECV	Activo		
						EEV	Sistema eléctrico vehicular	X1-RT-R3-EEV	Activo		
					M1	MOTOCICLETA YAMAHA 1	MMC	Motor y transmisión de la motocicleta	X1-RT-M1-MMC	Activo	
							MSF	Suspensión-frenos-dirección	X1-RT-M1-MSF	Activo	
							EEV	Sistema eléctrico vehicular	X1-RT-M1-EEV	Activo	
				M2	MOTOCICLETA YAMAHA 2	MMC	Motor y transmisión de la motocicleta	X1-RT-M2-MMC	Activo		
						MSF	Suspensión-frenos-dirección	X1-RT-M2-MSF	Activo		
						EEV	Sistema eléctrico vehicular	X1-RT-M2-EEV	Activo		
				GN	Generación	G1	GRUPO ELECTRÓGENO BRIGGS& STRATTION	MMC	Motor de combustión	X1-GN-G1-MMC	Activo
								EGE	Generador	X1-GN-G1-EGE	Activo
						G2	GENERADOR DE AIRE COMPRIMIDO	EME	Motor eléctrico	X1-GN-G2-EME	Activo
								MST	Sistema de transmisión	X1-GN-G2-MST	Activo
								MCP	Compresor	X1-GN-G2-MCP	Activo

ANEXO B: ANÁLISIS DE CRITICIDAD

CRITICIDAD: MÁQUINAS

Siendo los factores de criticidad:

- F1: Seguridad y medio ambiente
- F2: Disponibilidad de operación
- F3: Calidad de servicio
- F4: Mantenimiento

Criticidad de las máquinas						
Máquina	Cód.	F1	F2	F3	F4	Criticidad
TANQUERO CHEVROLET KODIAK	T1	B	A	A	B	Crítico
TANQUERO MITSUBISHI FUSO	T2	B	A	B	B	Crítico
AUTOBOMBA MERCEDES BENZ	B1	B	A	A	A	Crítico
AUTOBOMBA FORD F550	T2	A	A	A	A	Crítico
AMBULANCIA HYUNDAI H1	A2	A	B	A	B	Crítico
CAMIONETA FORD RANGER	R1	A	A	A	B	Crítico
CAMIONETA CHEVROLET LUV D-MAX	R2	B	A	A	B	Crítico
CAMIONETA CHEVROLET D-MAX CRD	R3	B	B	A	B	Crítico
MOTOCICLETA YAMAHA 1	M1	B	B	C	C	Semicrítico
MOTOCICLETA YAMAHA 2	M2	B	B	C	C	Semicrítico
GRUPO ELECTRÓGENO BRIGGS&STRATTION	G1	B	A	A	C	Crítico
GENERADOR DE AIRE COMPRIMIDO	G2	A	A	A	C	Crítico

CRITICIDAD: EQUIPOS

Máquina	Equipos	Cód.	F1	F2	F3	F4	Críticidad
TANQUERO CHEVROLET KODIAK	Motobomba a gasolina lado izquierdo	MBB	B	A	A	A	Crítico
	Cabina-chasis	MCA	C	B	B	C	Semicrítico
	Deposito-tanque del agua	MDP	B	A	A	B	Crítico
	Motor de combustión del vehículo	MCC	A	A	A	A	Crítico
	Transmisión de movimiento	MST	B	A	A	B	Crítico
	Suspensión-frenos-dirección	MSF	A	A	A	B	Crítico
	Equipo contra incendio	MRC	B	A	A	C	Crítico
	Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	C	A	A	C	Crítico
	Sistema eléctrico vehicular	EEV	B	A	B	C	Crítico
TANQUERO MITSUBISHI FUSO	Motobomba de diésel	MBB	B	A	A	A	Crítico
	Cabina-chasis	MCA	C	B	B	C	Semicrítico
	Deposito-tanque	MDP	B	A	A	B	Crítico
	Motor de combustión del vehículo	MMC	A	A	A	A	Crítico
	Transmisión de movimiento	MST	B	A	A	B	Crítico
	Suspensión-frenos-dirección	MSF	A	A	A	B	Crítico
	Equipo contra incendios	MRC	B	A	A	C	No crítico
	Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	C	B	B	C	Semicrítico
	Sistema eléctrico vehicular	EEV	B	B	B	C	Semicrítico
AUTOBOMBA MERCEDES BENZ	Autobomba	MBB	A	A	A	A	Crítico
	Cabina-chasis	MCA	C	B	B	C	Semicrítico
	Deposito-tanque	MDP	B	A	A	B	Crítico
	Motor de combustión del vehículo	MCC	A	A	A	A	Crítico
	Transmisión de movimiento	MST	B	A	A	B	Crítico
	Suspensión-frenos-dirección	MSF	A	A	A	B	Crítico
	Equipo de rescate contra incendio	MRC	B	B	B	C	Semicrítico
	Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	C	B	B	C	Semicrítico

	Sistema eléctrico vehicular	EEV	B	B	B	C	Semicrítico
AUTOBOMBA FORD F550	Bomba	MBB	A	A	A	A	Crítico
	Cabina-chasis	MCA	C	B	B	C	Semicrítico
	Deposito-tanque	MDP	B	A	A	B	Crítico
	Motor de combustión de vehículo	MMC	A	A	A	A	Crítico
	Transmisión de movimiento	MST	B	A	A	B	Crítico
	Suspensión-frenos-dirección	MSF	A	A	A	B	Crítico
	Equipos de rescate vehicular	MRV	A	A	A	B	Crítico
	Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	C	B	B	C	Semicrítico
	Sistema eléctrico vehicular	EEV	B	B	B	C	Semicrítico
AMBULANCIA HYUNDAI H1	Cabina-chasis	MCA	C	B	B	C	Semicrítico
	Motor de combustión del vehículo	MMC	A	A	A	A	Crítico
	Transmisión de movimiento	MST	B	A	A	B	Crítico
	Suspensión-frenos-dirección	MSF	A	A	A	B	Crítico
	Equipo de atención prehospitalaria	MPH	A	A	A	B	Crítico
	Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	C	B	B	C	Semicrítico
	Sistema eléctrico vehicular	EEV	B	B	B	C	Semicrítico
CAMIONETA FORD RANGER	Cabina-chasis	MCA	C	B	B	C	Semicrítico
	Motor de combustión del vehículo	MMC	A	A	A	A	Crítico
	Transmisión de movimiento	MST	B	A	A	B	Crítico
	Suspensión-frenos-dirección	MSF	A	A	A	B	Crítico
	Equipos de rescate vehicular	MRV	A	A	A	B	Crítico
	Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	C	B	B	C	Semicrítico
	Sistema eléctrico vehicular	EEV	B	B	B	C	Semicrítico
CAMIONETA CHEVROLET LUV D-MAX	Cabina-chasis	MCA	C	B	B	C	Semicrítico
	Motor de combustión del vehículo	MCC	A	A	A	A	Crítico
	Transmisión de movimiento	MST	B	A	A	B	Crítico
	Suspensión-frenos-dirección	MSF	A	A	A	B	Crítico
	Equipo de rescate en aguas rápidas	MRA	A	A	A	B	Crítico
	Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	C	B	B	C	Semicrítico

	Sistema eléctrico vehicular	EEV	B	B	B	C	Semicrítico
CAMIONETA CHEVROLET D-MAX CRD	Cabina-chasis	MCA	C	B	B	C	Semicrítico
	Motor de combustión del vehículo	MMC	A	A	A	A	Crítico
	Transmisión de movimiento	MST	B	A	A	B	Crítico
	Suspensión-frenos-dirección	MSF	A	A	A	B	Crítico
	Equipo de rescate contra incendio	MRC	A	A	A	B	Crítico
	Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	C	B	B	C	Semicrítico
	Sistema eléctrico vehicular	EEV	B	B	B	C	Semicrítico
MOTOCICLETA YAMAHA 1	Motor y transmisión de la motocicleta	MMC	A	A	A	A	Crítico
	Suspensión-frenos-dirección	MSF	A	A	A	B	Crítico
	Sistema eléctrico vehicular	EEV	B	B	B	C	Semicrítico
MOTOCICLETA YAMAHA 2	Motor y transmisión de la motocicleta	MMC	A	A	A	A	Crítico
	Suspensión-frenos-dirección	MSF	A	A	A	B	Crítico
	Sistema eléctrico vehicular	EEV	B	B	B	C	Semicrítico
GRUPO ELECTRÓGENO BRIGGS & STRATTION	Motor de combustión	MMC	B	B	B	B	Semicrítico
	Generador	EGE	B	B	B	B	Semicrítico
GENERADOR DE AIRE COMPRIMIDO	Motor eléctrico	EME	C	B	B	C	Semicrítico
	Sistema de transmisión	MST	C	B	B	C	Semicrítico
	Compresor	MCP	C	B	B	C	Semicrítico
MOTOFUMIGA-DORA	Bomba manual		C	B	B	C	Semicrítico
	Tanque y mangueras		C	B	B	C	Semicrítico

ANEXO C: MODELOS DE MANTENIMIENTO

Área	Máquina	Modelos de mantenimiento			
		EQUIPOS	Código	Criticidad	Modelo
Contra incendios	TANQUERO CHEVROLET KODIAK	Motobomba a gasolina lado izquierdo	MBB	Crítico	Sistemático
		Cabina-chasis	MCA	Semicrítico	Condicional
		Deposito-tanque del agua	MDP	Crítico	Sistemático
		Motor de combustión del vehículo	MCC	Crítico	Sistemático
		Transmisión de movimiento	MST	Crítico	Sistemático
		Suspensión-frenos-dirección	MSF	Crítico	Sistemático
		Equipo contra incendio	MRC	Semicrítico	Sistemático
		Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	Semicrítico	Condicional
		Sistema eléctrico vehicular	EEV	Semicrítico	Sistemático
	TANQUERO MITSUBISHI FUSO	Motobomba de diésel	MBB	Crítico	Sistemático
		Cabina-chasis	MCA	Semicrítico	Condicional
		Deposito-tanque	MDP	Crítico	Sistemático
		Motor de combustión del vehículo	MMC	Crítico	Sistemático
		Transmisión de movimiento	MST	Crítico	Sistemático
		Suspensión-frenos-dirección	MSF	Crítico	Sistemático
		Equipo contra incendios	MRC	Semicrítico	Condicional
		Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	Semicrítico	Condicional
		Sistema eléctrico vehicular	EEV	Semicrítico	Condicional
	AUTOBOMBA MERCEDES BENZ	Autobomba	MBB	Crítico	Sistemático
		Cabina-chasis	MCA	Semicrítico	Condicional
		Deposito-tanque	MDP	Crítico	Sistemático
		Motor de combustión del vehículo	MCC	Crítico	Sistemático
		Transmisión de movimiento	MST	Crítico	Sistemático

		Suspensión-frenos-dirección	MSF	Crítico	Sistemático
		Equipo de rescate contra incendio	MRC	Semicrítico	Condicional
		Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	Semicrítico	Condicional
		Sistema eléctrico vehicular	EEV	Semicrítico	Condicional
	AUTOBOMBA FORD F550	Bomba	MBB	Crítico	Sistemático
		Cabina-chasis	MCA	Semicrítico	Condicional
		Deposito-tanque	MDP	Crítico	Sistemático
		Motor de combustión de vehículo	MMC	Crítico	Sistemático
		Transmisión de movimiento	MST	Crítico	Sistemático
		Suspensión-frenos-dirección	MSF	Crítico	Sistemático
		Equipos de rescate vehicular	MRV	Crítico	Sistemático
		Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	Semicrítico	Condicional
	Sistema eléctrico vehicular	EEV	Semicrítico	Condicional	
	Atención pre hospitalaria	AMBULANCIA HYUNDAI H1	Cabina-chasis	MCA	Semicrítico
Motor de combustión del vehículo			MMC	Crítico	Sistemático
Transmisión de movimiento			MST	Crítico	Sistemático
Suspensión-frenos-dirección			MSF	Crítico	Sistemático
Equipo de atención prehospitalaria			MPH	Crítico	Sistemático
Equipo de radio y comunicación vehicular			ECV	Semicrítico	Condicional
Sistema eléctrico vehicular			EEV	Semicrítico	Condicional
Rescate	CAMIONETA FORD RANGER	Cabina-chasis	MCA	Semicrítico	Condicional
		Motor de combustión del vehículo	MMC	Crítico	Sistemático
		Transmisión de movimiento	MST	Crítico	Sistemático
		Suspensión-frenos-dirección	MSF	Crítico	Sistemático
		Equipos de rescate vehicular	MRV	Crítico	Sistemático
		Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	Semicrítico	Condicional

		Sistema eléctrico vehicular	EEV	Semicrítico	Condicional
	CAMIONETA CHEVROLET LUV D-MAX	Cabina-chasis	MCA	Semicrítico	Condicional
		Motor de combustión del vehículo	MCC	Crítico	Sistemático
		Transmisión de movimiento	MST	Crítico	Sistemático
		Suspensión-frenos-dirección	MSF	Crítico	Sistemático
		Equipo de rescate en aguas rápidas	MRA	Crítico	Sistemático
		Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	Semicrítico	Condicional
		Sistema eléctrico vehicular	EEV	Semicrítico	Condicional
	CAMIONETA CHEVROLET D-MAX CRD	Cabina-chasis	MCA	Semicrítico	Condicional
		Motor de combustión del vehículo	MMC	Crítico	Sistemático
		Transmisión de movimiento	MST	Crítico	Sistemático
		Suspensión-frenos-dirección	MSF	Crítico	Sistemático
		Equipo de rescate contra incendio	MRC	Crítico	Sistemático
		Equipo de radio y comunicación vehicular	ECV	Semicrítico	Condicional
		Sistema eléctrico vehicular	EEV	Semicrítico	Condicional
	MOTOCICLETA YAMAHA 1	Motor y transmisión de la motocicleta	MMC	Crítico	Sistemático
		Suspensión-frenos-dirección	MSF	Crítico	Sistemático
		Sistema eléctrico vehicular	EEV	Semicrítico	Condicional
	MOTOCICLETA YAMAHA 2	Motor y transmisión de la motocicleta	MMC	Crítico	Sistemático
		Suspensión-frenos-dirección	MSF	Crítico	Sistemático
		Sistema eléctrico vehicular	EEV	Semicrítico	Condicional
Generación	GRUPO ELECTRÓGENO BRIGGS&STRATTION	Motor de combustión	MMC	Semicrítico	Condicional
		Generador	EGE	Semicrítico	Condicional
	GENERADOR DE AIRE COMPRIMIDO	Motor eléctrico	EME	Semicrítico	Condicional
		Sistema de transmisión	MST	Semicrítico	Condicional
		Compresor	MCP	Semicrítico	Condicional

ANEXO D: ANÁLISIS DE MODOS DE FALLOS

Área	Máquina	Análisis de fallas							
		Cód.	Equipo	Código de falla	Falla	Tipo de Falla	Código de modo de falla	Modo de falla	Clasificación del modo de falla
CONTRA INCENDIOS	TANQUERO CHEVROLET KODIAK	MBB	Motobomba a gasolina lado izquierdo	A	La bomba no enciende	Funcional	1	Cuerda de arranque deteriorada	A evitar
						Funcional	2	Bobina cortocircuitada	A evitar
						Funcional	3	Carburador descalibrado	A evitar
						Funcional	4	Bujía desgastada	A evitar
				B	La bomba no funciona dentro de sus parámetros normales	Técnico	1	Aceite del motor saturado	A amortiguar
						Técnico	2	Depurador obstruido	A amortiguar
						Técnico	3	Filtro de aire obstruido	A amortiguar
						Técnico	4	Filtro del combustible obstruido	A amortiguar
		MCA	Cabina-chasis	A	El equipo esta inclinado	Técnico	1	Desbalanceo de las ruedas	A amortiguar
						Técnico	2	Desalineación de las ruedas	A amortiguar
						Técnico	3	Baja presión en los neumáticos	A amortiguar
				B	Poca visibilidad del parabrisas del vehículo	Técnico	1	Nivel insuficiente de agua para el parabrisas	A amortiguar
		MDP	Deposito-tanque del agua	A	El tanque no suministra agua	Funcional	1	Tubería de salida de suministro obstruida	A evitar
				B	El tanque no retiene el agua	Técnico	1	Fugas en el cuerpo del tanque	A amortiguar
		MCC		A	El motor no enciende	Funcional	1	Bujías de precalentamiento quemadas	A evitar
							2	Batería sin carga	A evitar

		Motor de combustión del vehículo				3	Sistema de combustible obstruido	A evitar	
						4	Bandas elongadas	A evitar	
						5	Bandas desgastadas	A evitar	
			B	El motor pierde potencia	Técnico	1	Aceite del motor saturado	A amortiguar	
						2	Filtro del aceite obstruido	A amortiguar	
						3	Mala selección del filtro de aceite	A amortiguar	
						4	Filtro de aire obstruido	A amortiguar	
						5	Filtros de combustible obstruido	A amortiguar	
						6	Presencia de agua en el filtro de combustible	A amortiguar	
						7	Bandas elongadas	A amortiguar	
			C	Sobrecalentamiento del motor	Técnico	8	Inyectores descalibrados	A amortiguar	
						9	Toberas obstruidas	A amortiguar	
		10				Fugas en el sistema de aire a presión	A amortiguar		
		1				Bajo nivel y fugas del líquido refrigerante	A amortiguar		
		2				Bajo nivel de aceite	A amortiguar		
		MST	Transmisión de movimiento	A	Pérdida de potencia en el movimiento del vehículo	Técnico	3	Termostato defectuoso	A amortiguar
							4	Tapa del radiador defectuosa	A amortiguar
							5	Radiador obstruido	A amortiguar
							1	Aceite de la caja de cambios saturado	A amortiguar
		MSF	Suspensión-frenos-dirección	A	Dificultad para girar la dirección del vehículo	Funcional	2	Kit de embrague defectuoso	A amortiguar
3	Aceite del diferencial posterior saturado						A amortiguar		
4	Falta de lubricación en las crucetas del cardán						A amortiguar		
B				Funcional	1	Aceite hidráulico de la dirección saturado	A evitar		
					2	Fugas del aceite hidráulico	A evitar		
					3	Falta de lubricación de los puntos de dirección	A evitar		
					1	Presencia de condensado en el aire	A evitar		

				El equipo no frena	Funcional	2	Fugas en los acoples y líneas de suministro de aire	A evitar		
					Funcional	1	Falta de calibración de las zapatas	A evitar		
					Funcional	2	Desgaste de zapatas	A evitar		
				C	Falta de amortiguación del vehículo	Técnico	1	Ballestas o paquetes deformados	A amortiguar	
						Técnico	2	Bujes de suspensión desgastados	A amortiguar	
				MRC	Equipo contra incendio	A	Lenta respuesta ante un incendio	Técnico	1	Mangueras y pitones deteriorados
		Técnico	2					Falta de orden en el almacenamiento de los equipos	A amortiguar	
		Técnico	3					Falta de limpieza de los equipos	A amortiguar	
		ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	A	El equipo de radio y comunicación no funciona correctamente	Técnico	1	Cables deteriorados	A evitar	
						Técnico	2	Equipo de radio y comunicación defectuoso	A evitar	
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	A	Las luces del vehículo no encienden	Funcional	1	Fusibles y relés defectuosos	A evitar	
						Funcional	2	Luces del vehículo defectuosas	A evitar	
		TANQUERO MITSUBISHI FUSO	MBB	Motobomba de diésel	A	La bomba no enciende	Funcional	1	Cuerda de arranque deteriorada	A evitar
							Funcional	2	Bobina cortocircuitada	A evitar
							Funcional	4	Inyectores sucios	A evitar
B	La bomba no funciona dentro de sus parámetros normales				Técnico	1	Aceite del motor saturado	A amortiguar		
					Técnico	2	Filtro de aceite obstruido	A amortiguar		
					Técnico	3	Filtro de aire obstruido	A amortiguar		
					Técnico	4	Filtro del combustible obstruido	A amortiguar		
Técnico	5				Fugas por el cuerpo de la bomba	A amortiguar				
Técnico	6				Tanque de combustible sucio	A amortiguar				
MCA	Cabina-chasis				A	El equipo esta inclinado	Técnico	1	Desbalanceo de las ruedas	A amortiguar
		Técnico	2	Desalineación de las ruedas			A amortiguar			

					Técnico	3	Baja presión en los neumáticos	A amortiguar	
			B	Poca visibilidad del parabrisas del vehículo	Técnico	1	Nivel insuficiente de agua para el parabrisas	A amortiguar	
		MCC	A	El motor no enciende	Funcional	1	Carburador descalibrado	A evitar	
						2	Batería sin carga	A evitar	
						3	Bujías quemadas		
						4	Sistema de combustible obstruido	A evitar	
						5	Bandas desgastadas	A evitar	
				B	El motor pierde potencia	Técnico	1	Aceite del motor saturado	A amortiguar
							2	Filtro del aceite obstruido	A amortiguar
							3	Mala selección del filtro de aceite	A amortiguar
							4	Filtro de aire obstruido	A amortiguar
							5	Filtros de combustible obstruido	A amortiguar
			6	Presencia de agua en el filtro de combustible			A amortiguar		
			7	Bandas elongadas			A amortiguar		
			8	Inyectores descalibrados			A amortiguar		
			9	Toberas obstruidas			A amortiguar		
			10	Fugas en el sistema de aire a presión			A amortiguar		
			C	Sobrecalentamiento del motor	Técnico	1	Bajo nivel y fugas del líquido refrigerante	A amortiguar	
						2	Bajo nivel de aceite	A amortiguar	
						3	Termostato defectuoso	A amortiguar	
						4	Tapa del radiador defectuosa	A amortiguar	
		5				Radiador obstruido	A amortiguar		
		MST	A	Técnico	1	Aceite de la caja de cambios saturado	A amortiguar		
					2	Kit de embrague defectuoso	A amortiguar		

			Transmisión de movimiento		movimiento del vehículo		3	Aceite del diferencial posterior saturado	A amortiguar	
							4	Falta de lubricación en las crucetas del cardán	A amortiguar	
		MSF	Suspensión-frenos-dirección	A	Dificultad para girar la dirección del vehículo	Funcional	1	Aceite hidráulico de la dirección saturado	A evitar	
						Funcional	2	Fugas del aceite hidráulico	A evitar	
						Funcional	3	Falta de lubricación de los puntos de dirección	A evitar	
				B	El equipo no frena	Funcional	1	Presencia de condensado en el aire	A evitar	
						Funcional	2	Fugas en los acoples y líneas de suministro de aire	A evitar	
						Funcional	1	Falta de calibración de las zapatas	A evitar	
						Funcional	2	Desgaste de zapatas	A evitar	
				C	Falta de amortiguación del vehículo	Técnico	1	Ballestas o paquetes deformados	A amortiguar	
						Técnico	2	Bujes de suspensión desgastados	A amortiguar	
				MRC	Equipo contra incendio	A	Lenta respuesta ante un incendio	Técnico	1	Mangueras y pitones deteriorados
		Técnico	2					Falta de orden en el almacenamiento de los equipos	A amortiguar	
		Técnico	3					Falta de limpieza de los equipos	A amortiguar	
		ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	A	El equipo de radio y comunicación no funciona correctamente	Técnico	1	Cables deteriorados	A evitar	
						Técnico	2	Equipo de radio y comunicación defectuoso	A evitar	
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	A	Las luces del vehículo no encienden	Funcional	1	Fusibles y relés defectuosos	A evitar	
						Funcional	2	Luces del vehículo defectuosas	A evitar	
		AUTOBOMBA MERCEDES BENZ	MBB	Autobomba	A	La bomba no enciende	Funcional	1	Falta de cebado de la bomba	A evitar
								2	Válvulas de aspiración obstruidas	A evitar
3	Cierre inadecuado de las válvulas de drenaje							A evitar		
4	Correa de la bomba de engrase obstruida							A evitar		
B					Técnico	1	Filtros de la válvula de aspiración sucios	A amortiguar		

						2	Mangueras desgastadas	A amortiguar			
						3	Baja potencia del motor	A amortiguar			
						4	Anillos o sellos de la bomba desgastados	A amortiguar			
						5	Impeler desgastado	A amortiguar			
						6	Engranajes desgastados en la caja de transferencia	A amortiguar			
				C	La bomba presenta inconvenientes en el cebado	Funcional	1	Conexiones de succión sucias	A evitar		
							2	Falta de lubricante	A evitar		
				MCA	Cabina-chasis	A	El equipo esta inclinado	Técnico	1	Desbalanceo de las ruedas	A amortiguar
								Técnico	2	Desalineación de las ruedas	A amortiguar
		Técnico	3					Baja presión en los neumáticos	A amortiguar		
		B	Poca visibilidad del parabrisas del vehículo			Técnico	1	Nivel insuficiente de agua para el parabrisas	A amortiguar		
		MDP	Deposito-tanque del agua	A	El tanque no suministra agua	Funcional	1	Tubería de salida de suministro obstruida	A evitar		
				B	El tanque no retiene el agua	Técnico	1	Fugas en el cuerpo del tanque	A amortiguar		
		MCC	Motor de combustión del vehículo	A	El motor no enciende	Funcional	1	Bujías de precalentamiento quemadas	A evitar		
							2	Batería sin carga	A evitar		
							3	Sistema de combustible obstruido	A evitar		
							4	Bandas elongadas	A evitar		
							5	Bandas desgastadas	A evitar		
				B	El motor pierde potencia	Técnico	1	Aceite del motor saturado	A amortiguar		
2	Filtro del aceite obstruido						A amortiguar				
3	Mala selección del filtro de aceite						A amortiguar				
			4	Filtro de aire obstruido	A amortiguar						

						5	Filtros de combustible obstruido	A amortiguar			
						6	Presencia de agua en el filtro de combustible	A amortiguar			
						7	Bandas elongadas	A amortiguar			
						8	Inyectores descalibrados	A amortiguar			
						9	Toberas obstruidas	A amortiguar			
						10	Fugas en el sistema de aire a presión	A amortiguar			
						C	Sobrecalentamiento del motor	Técnico	1	Bajo nivel y fugas del líquido refrigerante	A amortiguar
									2	Bajo nivel de aceite	A amortiguar
									3	Termostato defectuoso	A amortiguar
									4	Tapa del radiador defectuosa	A amortiguar
		5	Radiador obstruido	A amortiguar							
		MST	Transmisión de movimiento	A	Pérdida de potencia en el movimiento del vehículo	Técnico	1	Aceite de la caja de cambios saturado	A amortiguar		
							2	Kit de embrague defectuoso	A amortiguar		
							3	Aceite del diferencial posterior saturado	A amortiguar		
							4	Falta de lubricación en las crucetas del cardán	A amortiguar		
		MSF	Suspensión-frenos-dirección	A	Dificultad para girar la dirección del vehículo	Funcional	1	Aceite hidráulico de la dirección saturado	A evitar		
						Funcional	2	Fugas del aceite hidráulico	A evitar		
						Funcional	3	Falta de lubricación de los puntos de dirección	A evitar		
				B	El equipo no frena	Funcional	1	Presencia de condensado en el aire	A evitar		
						Funcional	2	Fugas en los acoples y líneas de suministro de aire	A evitar		
						Funcional	1	Falta de calibración de las zapatas	A evitar		
						Funcional	2	Desgaste de zapatas	A evitar		
				C	Falta de amortiguación del vehículo	Técnico	1	Ballestas o paquetes deformados	A amortiguar		
Técnico	2					Bujes de suspensión desgastados	A amortiguar				
MRC		A		Técnico	1	Mangueras y pitones deteriorados	A amortiguar				

AUTOBOMBA FORD F550	ECV	Equipo contra incendio	A	Lenta respuesta ante un incendio	Técnico	2	Falta de orden en el almacenamiento de los equipos	A amortiguar	
					Técnico	3	Falta de limpieza de los equipos	A amortiguar	
		Equipo de radio y comunicación vehicular	A	El equipo de radio y comunicación no funciona correctamente	Técnico	1	Cables deteriorados	A evitar	
					Técnico	2	Equipo de radio y comunicación defectuoso	A evitar	
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	A	Las luces del vehículo no encienden	Funcional	1	Fusibles y relés defectuosos	A evitar
						Funcional	2	Luces del vehículo defectuosas	A evitar
		MBB	Autobomba	A	La bomba no enciende	Funcional	1	Falta de cebado de la bomba	A evitar
	2						Válvulas de aspiración obstruidas	A evitar	
	3						Cierre inadecuado de las válvulas de drenaje	A evitar	
	4						Correa de la bomba de engrase obstruida	A evitar	
	B			La bomba no presenta un nivel adecuado de presión	Técnico	1	Filtros de la válvula de aspiración sucios	A amortiguar	
						2	Mangueras desgastadas	A amortiguar	
						3	Baja potencia del motor	A amortiguar	
						4	Anillos o sellos de la bomba desgastados	A amortiguar	
						5	Impeler desgastado	A amortiguar	
						6	Engranajes desgastados en la caja de transferencia	A amortiguar	
	C	La bomba presenta inconvenientes en el cebado	Funcional	1	Conexiones de succión sucias	A evitar			
2				Falta de lubricante	A evitar				
MCA	Cabina-chasis	A	El equipo esta inclinado	Técnico	1	Desbalanceo de las ruedas	A amortiguar		
				Técnico	2	Desalineación de las ruedas	A amortiguar		
				Técnico	3	Baja presión en los neumáticos	A amortiguar		

			B	Poca visibilidad del parabrisas del vehículo	Técnico	1	Nivel insuficiente de agua para el parabrisas	A amortiguar
	MDP	Deposito-tanque del agua	A	El tanque no suministra agua	Funcional	1	Tubería de salida de suministro obstruida	A evitar
			B	El tanque no retiene el agua	Técnico	1	Fugas en el cuerpo del tanque	A amortiguar
			MCC	Motor de combustión del vehículo	A	El motor no enciende	Funcional	1
	2	Batería sin carga						A evitar
	3	Sistema de combustible obstruido						A evitar
	4	Bandas elongadas						A evitar
	5	Bandas desgastadas						A evitar
	B	El motor pierde potencia			Técnico	1	Aceite del motor saturado	A amortiguar
						2	Filtro del aceite obstruido	A amortiguar
						3	Mala selección del filtro de aceite	A amortiguar
						4	Filtro de aire obstruido	A amortiguar
						5	Filtros de combustible obstruido	A amortiguar
						6	Presencia de agua en el filtro de combustible	A amortiguar
						7	Bandas elongadas	A amortiguar
						8	Inyectores descalibrados	A amortiguar
						9	Toberas obstruidas	A amortiguar
						10	Fugas en el sistema de aire a presión	A amortiguar
	C	Sobrecalentamiento del motor	Técnico	1	Bajo nivel y fugas del líquido refrigerante	A amortiguar		
				2	Bajo nivel de aceite	A amortiguar		
				3	Termostato defectuoso	A amortiguar		
				4	Tapa del radiador defectuosa	A amortiguar		
				5	Radiador obstruido	A amortiguar		

		MST	Transmisión de movimiento	A	Pérdida de potencia en el movimiento del vehículo	Técnico	1	Aceite de la caja de cambios saturado	A amortiguar
							2	Kit de embrague defectuoso	A amortiguar
							3	Aceite del diferencial posterior saturado	A amortiguar
							4	Falta de lubricación en las crucetas del cardán	A amortiguar
		MSF	Suspensión-frenos-dirección	A	Dificultad para girar la dirección del vehículo	Funcional	1	Aceite hidráulico de la dirección saturado	A evitar
						Funcional	2	Fugas del aceite hidráulico	A evitar
						Funcional	3	Falta de lubricación de los puntos de dirección	A evitar
				B	El equipo no frena	Funcional	1	Presencia de condensado en el aire	A evitar
						Funcional	2	Fugas en los acoples y líneas de suministro de aire	A evitar
						Funcional	1	Falta de calibración de las zapatas	A evitar
						Funcional	2	Desgaste de zapatas	A evitar
				C	Falta de amortiguación del vehículo	Técnico	1	Ballestas o paquetes deformados	A amortiguar
		Técnico	2			Bujes de suspensión desgastados	A amortiguar		
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	A	Las luces del vehículo no encienden	Funcional	1	Fusibles y relés defectuosos	A evitar
						Funcional	2	Luces del vehículo defectuosas	A evitar
		ATENCIÓN PRE	AMBULANCIA HYUNDAI HI	MCA	Cabina-chasis	A	El equipo esta inclinado	Técnico	1
Técnico	2							Desalineación de las ruedas	A amortiguar
Técnico	3							Baja presión en los neumáticos	A amortiguar
MCC	Motor de combustión del vehículo			A	El motor no enciende	Funcional	1	Bujías de precalentamiento quemadas	A evitar
							2	Batería sin carga	A evitar
							3	Sistema de combustible obstruido	A evitar
							4	Bandas elongadas	A evitar

						5	Bandas desgastadas	A evitar	
			B	El motor pierde potencia	Técnico	1	Aceite del motor saturado	A amortiguar	
						2	Filtro del aceite obstruido	A amortiguar	
						3	Mala selección del filtro de aceite	A amortiguar	
						4	Filtro de aire obstruido	A amortiguar	
						5	Filtros de combustible obstruido	A amortiguar	
						6	Presencia de agua en el filtro de combustible	A amortiguar	
						7	Bandas elongadas	A amortiguar	
						8	Inyectores descalibrados	A amortiguar	
						9	Toberas obstruidas	A amortiguar	
						10	Fugas en el sistema de aire a presión	A amortiguar	
			C	Sobrecalentamiento del motor	Técnico	1	Bajo nivel y fugas del líquido refrigerante	A amortiguar	
						2	Bajo nivel de aceite	A amortiguar	
						3	Termostato defectuoso	A amortiguar	
						4	Tapa del radiador defectuosa	A amortiguar	
						5	Radiador obstruido	A amortiguar	
	MST	Transmisión de movimiento	A	Pérdida de potencia en el movimiento del vehículo	Técnico	1	Aceite de la caja de cambios saturado	A amortiguar	
						2	Kit de embrague defectuoso	A amortiguar	
						3	Aceite del diferencial posterior saturado	A amortiguar	
						4	Falta de lubricación en las crucetas del cardán	A amortiguar	
	MSF	Suspensión-frenos-dirección	A	Dificultad para girar la dirección del vehículo	Funcional	1	Aceite hidráulico de la dirección saturado	A evitar	
						Funcional	2	Fugas del aceite hidráulico	A evitar
						Funcional	3	Falta de lubricación de los puntos de dirección	A evitar
				B	El equipo no frena	Funcional	1	Presencia de condensado en el aire	A evitar
						Funcional	2	Fugas en los acoples y líneas de suministro de aire	A evitar
					Funcional	1	Falta de calibración de las zapatas	A evitar	

RESCATE	CAMIONETA FORD RANGER	MPH	Equipo de atención prehospitalaria	C	Falta de amortiguación del vehículo	Funcional	2	Desgaste de zapatas	A evitar
						Técnico	1	Ballestas o paquetes deformados	A amortiguar
						Técnico	2	Bujes de suspensión desgastados	A amortiguar
		ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	A	El equipo de radio y comunicación no funciona correctamente	Técnico	1	Cables deteriorados	A evitar
						Técnico	2	Equipo de radio y comunicación defectuoso	A evitar
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	A	Las luces del vehículo no encienden	Funcional	1	Fusibles y relés defectuosos	A evitar
						Funcional	2	Luces del vehículo defectuosas	A evitar
		MCA	Cabina-chasis	A	El equipo esta inclinado	Técnico	1	Desbalanceo de las ruedas	A amortiguar
						Técnico	2	Desalineación de las ruedas	A amortiguar
						Técnico	3	Baja presión en los neumáticos	A amortiguar
		B	Poca visibilidad del parabrisas del vehículo	Técnico	1	Nivel insuficiente de agua para el parabrisas	A amortiguar		
		MCC	Motor de combustión del vehículo	A	El motor no enciende	Funcional	1	Carburador descalibrado	A evitar
							2	Batería sin carga	A evitar
							3	Bujías quemadas	A evitar
4	Sistema de combustible obstruido						A evitar		
5	Bandas desgastadas						A evitar		
B	El motor pierde potencia			Técnico	1	Aceite del motor saturado	A amortiguar		
					2	Filtro del aceite obstruido	A amortiguar		
					3	Mala selección del filtro de aceite	A amortiguar		

						4	Filtro de aire obstruido	A amortiguar			
						5	Filtros de combustible obstruido	A amortiguar			
						6	Presencia de agua en el filtro de combustible	A amortiguar			
						7	Bandas elongadas	A amortiguar			
						8	Inyectores descalibrados	A amortiguar			
						9	Toberas obstruidas	A amortiguar			
						10	Fugas en el sistema de aire a presión	A amortiguar			
						C	Sobrecalentamiento del motor	Técnico	1	Bajo nivel y fugas del líquido refrigerante	A amortiguar
									2	Bajo nivel de aceite	A amortiguar
									3	Termostato defectuoso	A amortiguar
		4	Tapa del radiador defectuosa	A amortiguar							
		5	Radiador obstruido	A amortiguar							
		MST	Transmisión de movimiento	A	Pérdida de potencia en el movimiento del vehículo	Técnico	1	Aceite de la caja de cambios saturado	A amortiguar		
							2	Kit de embrague defectuoso	A amortiguar		
							3	Aceite del diferencial posterior saturado	A amortiguar		
							4	Falta de lubricación en las crucetas del cardán	A amortiguar		
		MSF	Suspensión-frenos-dirección	A	Dificultad para girar la dirección del vehículo	Funcional	1	Aceite hidráulico de la dirección saturado	A evitar		
						Funcional	2	Fugas del aceite hidráulico	A evitar		
						Funcional	3	Falta de lubricación de los puntos de dirección	A evitar		
				B	El equipo no frena	Funcional	1	Presencia de condensado en el aire	A evitar		
Funcional	2					Fugas en los acoples y líneas de suministro de aire	A evitar				
Funcional	1					Falta de calibración de las zapatas	A evitar				
Funcional	2					Desgaste de zapatas	A evitar				
C	Falta de amortiguación del vehículo			Técnico	1	Ballestas o paquetes deformados	A amortiguar				
				Técnico	2	Bujes de suspensión desgastados	A amortiguar				

		MRV	Equipos de rescate vehicular	A	La bomba hidráulica no funciona adecuadamente	Técnico	1	Aceite del motor de la bomba hidráulica saturado	A amortiguar
						Técnico	2	Depurador obstruido	A amortiguar
						Técnico	3	Filtro de aire obstruido	A amortiguar
						Técnico	4	Filtro de combustible obstruido	A amortiguar
						Técnico	5	Bujía quemada	A amortiguar
						Técnico	6	Carburador descalibrado	A amortiguar
						Técnico	7	Cuerda de arranque deteriorada	A amortiguar
		B	Lenta respuesta ante un incendio	Técnico	1	Mangueras y pitones deteriorados	A amortiguar		
				Técnico	2	Falta de orden en el almacenamiento de los equipos	A amortiguar		
				Técnico	3	Falta de limpieza de los equipos	A amortiguar		
		ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	A	El equipo de radio y comunicación no funciona correctamente	Técnico	1	Cables deteriorados	A evitar
						Técnico	2	Equipo de radio y comunicación defectuoso	A evitar
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	A	Las luces del vehículo no encienden	Funcional	1	Fusibles y relés defectuosos	A evitar
						Funcional	2	Luces del vehículo defectuosas	A evitar
	CAMIONETA CHEVROLET LUV D-MAX	MCA	Cabina-chasis	A	El equipo esta inclinado	Técnico	1	Desbalanceo de las ruedas	A amortiguar
						Técnico	2	Desalineación de las ruedas	A amortiguar
						Técnico	3	Baja presión en los neumáticos	A amortiguar
				B	Poca visibilidad del parabrisas del vehículo	Técnico	1	Nivel insuficiente de agua para el parabrisas	A amortiguar
		MCC	Motor de combustión del vehículo	A	El motor no enciende	Funcional	1	Bujías de precalentamiento quemadas	A evitar
							2	Batería sin carga	A evitar
							3	Sistema de combustible obstruido	A evitar

				B	El motor pierde potencia	Técnico	4	Bandas elongadas	A evitar
							5	Bandas desgastadas	A evitar
							1	Aceite del motor saturado	A amortiguar
							2	Filtro del aceite obstruido	A amortiguar
							3	Mala selección del filtro de aceite	A amortiguar
							4	Filtro de aire obstruido	A amortiguar
							5	Filtros de combustible obstruido	A amortiguar
							6	Presencia de agua en el filtro de combustible	A amortiguar
							7	Bandas elongadas	A amortiguar
							8	Inyectores descalibrados	A amortiguar
		9	Toberas obstruidas	A amortiguar					
		10	Fugas en el sistema de aire a presión	A amortiguar					
		C	Sobrecalentamiento del motor	Técnico	1	Bajo nivel y fugas del líquido refrigerante	A amortiguar		
					2	Bajo nivel de aceite	A amortiguar		
					3	Termostato defectuoso	A amortiguar		
					4	Tapa del radiador defectuosa	A amortiguar		
					5	Radiador obstruido	A amortiguar		
		MST	Transmisión de movimiento	A	Pérdida de potencia en el movimiento del vehículo	Técnico	1	Aceite de la caja de cambios saturado	A amortiguar
							2	Kit de embrague defectuoso	A amortiguar
							3	Aceite del diferencial posterior saturado	A amortiguar
4	Falta de lubricación en las crucetas del cardán						A amortiguar		
MSF	Suspensión-frenos-dirección	A	Dificultad para girar la dirección del vehículo	Funcional	1	Aceite hidráulico de la dirección saturado	A evitar		
				Funcional	2	Fugas del aceite hidráulico	A evitar		
				Funcional	3	Falta de lubricación de los puntos de dirección	A evitar		
		B	El equipo no frena	Funcional	1	Presencia de condensado en el aire	A evitar		
				Funcional	2	Fugas en los acoples y líneas de suministro de aire	A evitar		

					Funcional	1	Falta de calibración de las zapatas	A evitar			
					Funcional	2	Desgaste de zapatas	A evitar			
				C	Falta de amortiguación del vehículo	Técnico	1	Ballestas o paquetes deformados	A amortiguar		
						Técnico	2	Bujes de suspensión desgastados	A amortiguar		
				MRA	Equipo de rescate en aguas rápidas	A	Lenta respuesta ante una emergencia	Técnico	1	Equipo de rescate desgastado	A amortiguar
								Técnico	2	Falta de orden en el almacenamiento de los equipos	A amortiguar
		Técnico	3					Falta de limpieza de los equipos	A amortiguar		
		ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	A	El equipo de radio y comunicación no funciona correctamente	Técnico	1	Cables deteriorados	A evitar		
						Técnico	2	Equipo de radio y comunicación defectuoso	A evitar		
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	A	Las luces del vehículo no encienden	Funcional	1	Fusibles y relés defectuosos	A evitar		
						Funcional	2	Luces del vehículo defectuosas	A evitar		
		CAMIONETA CHEVROLET D-MAX CRD	MCA	Cabina-chasis	A	El equipo esta inclinado	Técnico	1	Desbalanceo de las ruedas	A amortiguar	
							Técnico	2	Desalineación de las ruedas	A amortiguar	
							Técnico	3	Baja presión en los neumáticos	A amortiguar	
				B	Poca visibilidad del parabrisas del vehículo	Técnico	1	Nivel insuficiente de agua para el parabrisas	A amortiguar		
MCC	Motor de combustión del vehículo			A	El motor no enciende	Funcional	1	Bujías de precalentamiento quemadas	A evitar		
							2	Batería sin carga	A evitar		
			3				Sistema de combustible obstruido	A evitar			
						4	Bandas elongadas	A evitar			
						5	Bandas desgastadas	A evitar			
B		Técnico	1	Aceite del motor saturado	A amortiguar						

						2	Filtro del aceite obstruido	A amortiguar	
						3	Mala selección del filtro de aceite	A amortiguar	
						4	Filtro de aire obstruido	A amortiguar	
						5	Filtros de combustible obstruido	A amortiguar	
						6	Presencia de agua en el filtro de combustible	A amortiguar	
						7	Bandas elongadas	A amortiguar	
						8	Inyectores descalibrados	A amortiguar	
						9	Toberas obstruidas	A amortiguar	
						10	Fugas en el sistema de aire a presión	A amortiguar	
						C	Sobrecalentamiento del motor	Técnico	1
		2	Bajo nivel de aceite	A amortiguar					
		3	Termostato defectuoso	A amortiguar					
		4	Tapa del radiador defectuosa	A amortiguar					
		5	Radiador obstruido	A amortiguar					
		MST	Transmisión de movimiento	A	Pérdida de potencia en el movimiento del vehículo	Técnico	1	Aceite de la caja de cambios saturado	A amortiguar
							2	Kit de embrague defectuoso	A amortiguar
							3	Aceite del diferencial posterior saturado	A amortiguar
							4	Falta de lubricación en las crucetas del cardán	A amortiguar
		MSF	Suspensión-frenos-dirección	A	Dificultad para girar la dirección del vehículo	Funcional	1	Aceite hidráulico de la dirección saturado	A evitar
						Funcional	2	Fugas del aceite hidráulico	A evitar
Funcional	3					Falta de lubricación de los puntos de dirección	A evitar		
B	El equipo no frena			Funcional	1	Presencia de condensado en el aire	A evitar		
				Funcional	2	Fugas en los acoples y líneas de suministro de aire	A evitar		
				Funcional	1	Falta de calibración de las zapatas	A evitar		
				Funcional	2	Desgaste de zapatas	A evitar		
C		Técnico	1	Ballestas o paquetes deformados	A amortiguar				

					Falta de amortiguación del vehículo	Técnico	2	Bujes de suspensión desgastados	A amortiguar	
		MRC	Equipo de rescate contra incendio	A	Lenta respuesta ante un incendio	Técnico	1	Mangueras y pitones deteriorados	A amortiguar	
						Técnico	2	Falta de orden en el almacenamiento de los equipos	A amortiguar	
						Técnico	3	Falta de limpieza de los equipos	A amortiguar	
		ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	A	El equipo de radio y comunicación no funciona correctamente	Técnico	1	Cables deteriorados	A evitar	
						Técnico	2	Equipo de radio y comunicación defectuoso	A evitar	
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	A	Las luces del vehículo no encienden	Funcional	1	Fusibles y relés defectuosos	A evitar	
						Funcional	2	Luces del vehículo defectuosas	A evitar	
		MOTOCICLETA YAMAHA 1	MMC	Motor y transmisión de la motocicleta	A	El motor pierde potencia	1	Técnico	Aceite saturado	A amortiguar
							2	Técnico	Filtro de aceite obstruido	A amortiguar
	3						Técnico	Filtro de aire obstruido	A amortiguar	
	4						Técnico	Cadena sucia	A amortiguar	
	El motor no enciende					1	Funcional	Bujías quemadas	A evitar	
	MSF		Suspensión-frenos-dirección	A	La moto no frena	1	Funcional	Pastillas de los frenos delanteros desgastados	A evitar	
2						Funcional	Zapatillas de los frenos traseros desgastados	A evitar		
3						Funcional	Bajo nivel de líquido de frenos	A evitar		
B				La moto no tiene tracción	1	Técnico	Suspensión trasera defectuosa	A amortiguar		
					2	Técnico	Falta de presión de aire en los neumáticos	A amortiguar		
EEV		A	La moto no enciende	1	Funcional	Batería defectuosa	A evitar			

GENERACIÓN	MOTOCICLETA YAMAHA 2		Sistema eléctrico vehicular	B	Las luces de la moto no encienden	1	Técnico	Luces de la moto defectuosas	A amortiguar	
		MMC	Motor y transmisión de la motocicleta	A	El motor pierde potencia	1	Técnico	Aceite saturado	A amortiguar	
						2	Técnico	Filtro de aceite obstruido	A amortiguar	
						3	Técnico	Filtro de aire obstruido	A amortiguar	
						4	Técnico	Cadena sucia	A amortiguar	
					El motor no enciende	1	Funcional	Bujías quemadas	A evitar	
		MSF	Suspensión-frenos-dirección	A	La moto no frena	1	Funcional	Pastillas de los frenos delanteros desgastados	A evitar	
						2	Funcional	Zapatillas de los frenos traseros desgastados	A evitar	
						3	Funcional	Bajo nivel de líquido de frenos	A evitar	
				B	La moto no tiene tracción	1	Técnico	Suspensión trasera defectuosa	A amortiguar	
						2	Técnico	Falta de presión de aire en los neumáticos	A amortiguar	
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	A	La moto no enciende	1	Funcional	Batería defectuosa	A evitar	
				B	Las luces de la moto no encienden	1	Técnico	Luces de la moto defectuosas	A amortiguar	
		GRUPO ELECTRÓGENO BRIGGS&STRAT TION	MMC	Motor de combustión	A	El equipo electrógeno no funciona adecuadamente	1	Técnico	Componentes internos sucios	A amortiguar
			EGE	Generador						
GENERADOR DE AIRE COMPRIMIDO	EME		Motor eléctrico	A	El motor se sobrecalienta	1	Técnico	Ventiladores obstruidos	A amortiguar	
	MST		Sistema de transmisión	B	Rotura de la banda	2	Funcional	Desgaste de la banda	A evitar	
	MCP	Compresor	A	El compresor se descarga rápidamente	1	Funcional	Fugas en el tanque del compresor	A evitar		

				B	Presencia de humedad en el aire	2	Técnico	Falta de purga	A amortiguar
MOTOFUMIGADORA			Bomba manual	A	La bomba no enciende	1	Funcional	Distancia entre electrodos inadecuada	A evitar
						2	Funcional	Bujía quemada	A evitar
						3	Funcional	Carburador descalibrado	A evitar
				B	La bomba no funciona adecuadamente	1	Técnico	Filtro de aire obstruido	A amortiguar
				A	Falta de estanqueidad	1	Técnico	Mangueras desgastadas	A amortiguar
						2	Técnico	Fugas por el cuerpo del tanque	A amortiguar
			B			El equipo no funciona adecuadamente	1	Técnico	Mangueras obstruidas
				2	Técnico		Elemento filtrante del depósito obstruido	A amortiguar	
				3	Técnico		Rejilla de aspiración obstruida	A amortiguar	
						Tanque y mangueras			

ANEXO E: TAREAS DE MANTENIMIENTO Y LOGÍSTICA

Área	Máquina	Tareas de mantenimiento			Frec.	Materiales y repuestos			Herramientas y equipos			Tiempo
		Código	Equipos	Tarea de mantenimiento		Descripción	Und	Cant.	Descripción	Und	Cant.	
CONTRA INCENDIOS	TANQUERO CHEVROLET KODIAK	MBB	Motobomba a gasolina lado izquierdo	Cambio de aceite del motor de combustión interna	6 meses	Aceite SAE W40	Litro	1	Juego de llaves mixtas	KIT	1	20 minutos
				Limpieza del depurador y filtro de aire	3 meses	Guaípe	Lb	1	Compresor de aire/ Destornillador plano y estrella			5 minutos
				Cambio de filtro de aire	anual	Filtro de aire	Und	1			5 minutos	
				Cambio del filtro de combustible	6 meses	Filtro de gasolina externo	UND	1	Desarmador plano y estrella		10 minutos	
				Cambio de bujía	anual	Bujía	UND	1	Llave de bujía		10 minutos	
				ABC del carburador	anual	Silicona Limpiador de carburador/empaque de asiento de carburador (al sacar se rompe)	UND/ LITR OS/ U NIDA D	1/ME DIO LITR O/1	Alicate Destornillador estrella y plano Juego de llaves		2 horas	
				Inspección del estado de la cuerda de encendido (chicote)	6 meses				Destornillador plano y estrella		5 minutos	
				Inspección de fugas en la bomba (sello mecánico)	15 días						5 minutos	
				Limpieza, inspección y reajuste general	anual	Brocha/guaípe/gasolina	UND/1 ibras/ litros	1/1/1 litro	Juego de llaves o dados		2 horas	
		MCA	Cabina-chasis	Lubricación de puntos	6 meses	Grasa NLGI 4 base litio	Lb	1	Grasero		30 minutos	

			del motor (aceite y refrigerante)							
			Cambio de bujías de precalentamiento	anual	bujías de precalentamiento	UND	4	Kit de llaves	UND	1 1 hora
			Limpieza y calibración de inyectores	anual	Líquido limpiador de inyectores a Diesel	ml	450	banco de calibración	kit	1 4 horas
			Cambio de filtros de toberas	anual	Pre filtros	UND	4	Kit de llaves	kit	1 1 hora
			Revisión del sistema de presión de aire (turbo)	anual				scanner	und	1 1 hora
			Limpieza del sistema de presión de aire	mensual	Líquido limpiador de mecanismos/guaípe	ml/libra	454/1	Juego de llaves, dados y destornilladores	KIT	1 2 horas
			Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante	3 meses						5 minutos
			Cambio de bandas del motor	2 años	Banda	UND	1	Juego de llaves mixtas/palanca de fuerza	kit	1 1 hora
			Cambio del líquido refrigerante	anual	Líquido refrigerante Motorex	Galón	2	Juego de llaves y destornilladores, alicate		30 minutos
			Limpieza del tanque de combustible	2 años				Juego de llaves o dados	kit	1 3 horas
MST	Transmisión de movimiento		Cambio de aceite de la caja de cambios	30000 km o anual	aceite de caja de cambios 80w90	Litros	3	Juego de dados	kit	1 45 minutos
			Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	30000 km o anual	aceite de la corona 85W140	litros	2	Juego de dados	kit	1 30 minutos
			Engrase de las crucetas del cardán	6 meses	NLGI 4, base litio	lb	media	Grasero		10 minutos

			Engrase de sistema de dirección	6 meses	NLGI 4, base litio	lb	1	Grasero			30 minutos
			Cambio del aceite hidráulico de la dirección	50000 km o anual	Aceite hidráulico	litro	1	Juego de llaves, destornillador			1 hora
			Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	mensual	Aceite hidráulico	litro	1				5 minutos
			Purgas de los tanques de almacenamiento del aire	semanal							5 minutos
		MSF	Inspección de fugas en los acoples y líneas de suministro de aire	6 meses	Agua con jabón	litro	1				5 minutos
			Calibración y ajuste de zapatas de frenos delanteros y posteriores	20000 km o anual				Martillo, llaves de rueda, pistola neumática, combo, destornilladores planos, juego de llaves	und	1	2 horas
			Cambio de bujes de la suspensión	6 meses	Bujes	UND	8	juego de llaves y dados, gata hidráulica, palancas de fuerza, tacos			3 horas
			Inspección del estado de la suspensión	anual							30 minutos
		MRC	Equipo contra incendio	Inspección del estado, limpieza y orden de los equipos	2 días	Escoba	UND	1	Aspiradora		30 minutos

TANQUERO MITSUBISHI FUSO	ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	Pruebas de funcionamiento del equipo	2 días							15 minutos
	EEV	Sistema eléctrico vehicular	Revisión del estado de la batería	6 meses							10 minutos
			Verificar el funcionamiento de las luces	2 días							10 minutos
	MBB	Motobomba de diésel	Cambio de aceite y filtro del aceite	6 meses	Aceite 15W40/Filtro de aceite PH8	Litro	1	Juego de llaves mixtas	KIT	1	20 minutos
			Cambio de filtro de combustible	6 meses	Filtro de combustible 352	UND	1	Desarmador plano y estrella			10 minutos
			Limpieza de filtro de aire	3 meses	Guaipe	Lb	1	Compresor de aire/Destornillador plano y estrella			5 minutos
			Cambio de filtro de aire	Anual	Filtro de aire	Und	1				5 minutos
			Limpieza de los inyectores	anual	Líquido limpiador de inyectores a Diesel	ml	450	Juego de llaves	kit	1	2 horas
			Limpieza del tanque de combustible	Anual				Juego de llaves o dados	kit	1	1 hora
			Inspección de fugas de la bomba	mensual							20 minutos
			Verificar el ajuste de los pernos de anclaje	mensual							
	MCA	Cabina-chasis	Lubricación de puntos	6 meses	Grasa NLGI 4 base litio	Lb	1	Grasero			30 minutos
			Inspección del estado de la cabina y chasis	3 meses							20 minutos
Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas			2 días	Agua con shampoo	litro	2				5 minutos	

			(rellenar de ser necesario)										
			Alineación de chasis	anual				Juego de dados	Kit	1	40 minutos		
			Revisar la presión de aire en los neumáticos	semanal				Manómetro de medición de presión de neumáticos	UND	1	5 minutos		
MDP	Deposito-tanque		Limpieza integral del tanque (interior y exterior)	6 meses	Detergente	ml	450	Kit de limpieza	Kit	1	1 hora		
			Inspección de fugas del cuerpo del tanque	6 meses								30 minutos	
MMC	Motor de combustión del vehículo		Cambio de aceite y filtro del aceite	anual o 5000 km	Aceite 15W40/Filtro del aceite 161	Litros/UND	10 y 1	Llave o faja para filtro	UND	1	1 hora		
			Cambio del filtro de aire	anual o 15000 km	Guaípe/Filtro de aire 1088	UND	1	Compresor de aire				10 minutos	
			Inspección y limpieza del filtro de aire	5000 km o anual	Guaípe	Lb	1	Compresor de aire				10 minutos	
			Cambio de filtros de combustible y filtro de purga	anual o 10000 km	Filtros de combustible 352/filtro de purga	UND/UND	1 y 1	Llave o faja de filtro/destornillador plano pequeño					30 minutos
			Inspección del nivel de los fluidos del motor (aceite y refrigerante)	2 días									10 minutos
			Cambio de bujías de precalentamiento	Anual	bujías de precalentamiento	UND	4	Kit de llaves	UND	1	1 hora		

			Limpieza y calibración de inyectores	Anual	Líquido limpiador de inyectores a diésel	ml	450	banco de calibración	kit	1	4 horas
			Cambio de filtros de toberas	Anual	Pre filtros	UND	4	Kit de llaves	kit	1	1 hora
			Revisión del sistema de presión de aire (turbo)	Anual				scanner	und	1	1 hora
			Limpieza del sistema de presión de aire	mensual	Líquido limpiador de mecanismos/guaipe	ml/libra	454/1	Juego de llaves, dados y destornilladores	KIT	1	2 horas
			Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante	3 meses							5 minutos
			Cambio de bandas del motor	2 años	Banda	UND	1	Juego de llaves mixtas/palanca de fuerza	kit	1	1 hora
			Cambio del líquido refrigerante	Anual	Líquido refrigerante	Galón	2	Juego de llaves y destornilladores, alicate			30 minutos
			Limpieza del tanque de combustible	2 años				Juego de llaves o dados	kit	1	3 horas
	MST	Transmisión de movimiento	Cambio de aceite de la caja de cambios	30000 km o anual	aceite de caja de cambios 80W90	Litros	3	Juego de dados	kit	1	45 minutos
			Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	30000 km o anual	aceite de la corona 85W140	litros	2	Juego de dados	kit	1	30 minutos
			Engrase de las crucetas del cardán	6 meses	NLGI 4, base litio	lb	media	Grasero			
	MSF	Suspensión-frenos-dirección	Revisar el nivel del líquido de frenos	6 meses							30 minutos
			Cambio del líquido de frenos	50000 km o anual	Líquido de freno DOT4	litro	1	Juego de llaves, destornillador			

		Calibración y ajuste de zapatas de frenos delanteros y posteriores	mensual							5 minutos
		Engrase de sistema de dirección	semanal							5 minutos
		Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	6 meses							5 minutos
		Cambio de aceite hidráulico	80000 km o anual				Martillo, llaves de rueda, pistola neumática, combo, destornilladores planos, juego de llaves	und	1	2 horas
		Inspección del estado de bujes de la suspensión (cambio de ser necesario)	6 meses	Bujes	UND	8	juego de llaves y dados, gata hidráulica, palancas de fuerza, tacos			3 horas
		Inspección del estado de la suspensión	Anual							30 minutos
		Alineación, balanceo y regulación de frenos	6 meses							1 hora
MRC	Equipo contra incendios	Inspección del estado, limpieza y orden de los equipos	2 días	Escoba	UND	1	Aspiradora			30 minutos
ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	Pruebas de funcionamiento del equipo	2 días							15 minutos
EEV		Revisión del estado de la batería	6 meses							10 minutos

			Sistema eléctrico vehicular	Verificar el funcionamiento de las luces	2 días														10 minutos			
AUTOBOMBA MERCEDES BENZ	MBB	Autobomba		Verificar el adecuado cebado de la bomba	semanal														20 minutos			
				Inspección del estado de las tuberías y válvulas de drenaje y aspiración	semanal																20 minutos	
				Limpieza de las tuberías y válvulas de drenaje y aspiración	anual	Guaípe/brocha	lb		1													30 minutos
				Inspección del estado y limpieza de la correa de la bomba de engrase	6 meses	Guaípe/brocha	lb		1													30 minutos
				Verificar el adecuado acople del motor del vehículo y la bomba	6 meses																	15 minutos
				Inspección del estado de retenes e impeler de la bomba (cambio de ser necesario)	anual										Kit de llaves	kit		1				1 hora
				Inspección del estado de los engranajes de la caja de transferencia	6 meses										Kit de llaves	kit		1				1 hora
				Inspección del nivel del aceite de la	6 meses	Aceite	lt		2	Llave de tapón	und							1				15 minutos

		bomba (cambio de ser necesario)								
MCA	Cabina-chasis	Lubricación de puntos	6 meses	Grasa NLGI 4 base litio	Lb	1	Grasero			30 minutos
		Inspección del estado de la cabina y chasis	3 meses							20 minutos
		Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)	1 mes	Agua con shampoo	litro	2				5 minutos
		Alineación y balanceo del chasis	anual				Juego de dados	Kit	1	40 minutos
		Revisar la presión de aire en los neumáticos	semanal				Manómetro de medición de presión de neumáticos	UND	1	5 minutos
MDP	Deposito-tanque	Limpieza integral del tanque (interior y exterior)	6 meses	Detergente	ml	450	Kit de limpieza	Kit	1	1 hora
		Inspección de fugas del cuerpo del tanque	6 meses							30 minutos
MCC	Motor de combustión del vehículo	Cambio de aceite y filtro del aceite	anual o 5000 km	Aceite 15W40/Filtro del aceite -5510	Caneca/UND	10 y 1	Llave o faja para filtro	UND	1	1 hora
		Cambio del filtro de aire	anual o 15000 km	Guaie/Filtro de aire BA2873	UND	1	Compresor de aire			10 minutos
		Inspección y limpieza del filtro de aire	5000 km o anual	Guaie/brocha	Lb	1	Compresor de aire			10 minutos

				Inspección del estado, limpieza y orden de los equipos	mensual	Guaipe, escoba	lb/und	1 y 1	compresor	und	1	1 hora
				Engrase de la cadena del carrete de la manguera	mensual	NLGI 4, base litio	lb	media	Grasero			10 minutos
				Verificación del funcionamiento de los extintores	6 meses							10 minutos
				Inspección del estado de bujías del generador de combustión interna (Cambio de ser necesario)	6 meses	bujías	und	4	Kit de llaves	und	1	30 minutos
				Inspección del estado de la cuerda de encendido (chicote)	mensual							10 minutos
				Cambio de aceite del motor de combustión interna	6 meses	Aceite del motor de combustión interna	lt					15 minutos
				Limpieza del depurador y filtro de aire	6 meses				compresor y kit de llaves	und	1	15 minutos
				Cambio de filtro de aire	anual	filtro de aire	und	1	Kit de llaves	und	1	15 minutos
				Inspección del estado del filtro de combustible (cambio de ser necesario)	anual	filtro de combustible	und	1	kit de llaves	und	1	15 minutos
				ABC del carburador	anual	Silicona/ Limpiador de carburador/empaque de asiento de	UND/ LITR OS/U	1/ME DIO LITR O/1	Alicate/Destornillador estrella y plano/juego de llaves			2 horas

			motor del vehículo y la bomba									
			Inspección del estado de retenes e impeler de la bomba (cambio de ser necesario)	anual				Kit de llaves	kit	1	1 hora	
			Inspección del estado de los engranajes de la caja de transferencia	6 meses				Kit de llaves	kit	1	1 hora	
			Inspección del nivel del aceite de la bomba (cambio de ser necesario)	6 meses	Aceite	lt	2	Llave de tapón	und	1	15 minutos	
	MCA	Cabina-chasis	Lubricación de puntos	6 meses	Grasa NLGI 4 base litio	Lb	1	Grasero			30 minutos	
			Inspección del estado de la cabina y chasis	3 meses								20 minutos
			Lavado y aspirado del vehículo	mensual	Detergente	lb	1	Aspiradora	und	1	1 hora	
			Limpieza del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	mensual o 5000 km					Compresor	und	1	20 minutos
			Cambio del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	15000 km	Filtro de aire acondicionado	und	1	Compresor	und	1	20 minutos	
			Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)	semanal								5 minutos
					Agua con shampoo	litro	2					

		Alineación y balanceo del chasis	anual				Juego de dados	Kit	1	40 minutos
		Revisar la presión de aire en los neumáticos	semanal				Manómetro de medición de presión de neumáticos	UND	1	5 minutos
MDP	Deposito-tanque	Limpieza integral del tanque (interior y exterior)	6 meses	Detergente	ml	450	Kit de limpieza	Kit	1	1 hora
		Inspección de fugas del cuerpo del tanque	6 meses							15 minutos
MMC	Motor de combustión de vehículo	Cambio de aceite y filtro del aceite	5000 km	Aceite/Filtro del aceite	Litros/UND	10 y 1	Llave o faja para filtro	UND	1	1 hora
		Inspección y limpieza del filtro de aire	5000 km	Guaipe/Filtro de aire	UND	1	Compresor de aire			10 minutos
		Cambio del filtro de aire	15000 km	Guaipe	Lb	1	Compresor de aire			10 minutos
		Cambio de filtro de combustible	10000 km	Filtros de combustible/filtro de purga	UND/UND	1 y 1	Llave o faja de filtro/destornillador plano pequeño			30 minutos
		Inspección del nivel de los fluidos del motor (aceite y refrigerante)	mensual							10 minutos
		Inspección del estado de las bujías (cambio de ser necesario)	50000 km	Bujías	und	4	Kit de llaves	und	1	30 minutos
		Inspección del estado de los cables de las bujías (cambio de ser necesario)	80000 km	Cables de la bujía	und	4	kit de llaves	und	1	30 minutos

			Limpieza y calibración de inyectores	50000 km	Líquido limpiador de inyectores a diésel	ml	450	banco de calibración	kit	1	4 horas	
			Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante	3 meses				Equipo para comprobación de fugas	und	1	30 minutos	
			Cambio de bandas del motor (accesorios y distribución)	60000 km	Juego de bandas	und	1	Kit de llaves	und	1	1 hora	
			Limpieza del tanque de combustible	80000 km				Juego de llaves o dados	kit	1	3 horas	
	MST	Transmisión de movimiento	Cambio de aceite de la caja de cambios	40000 km	aceite de caja de cambios	Litros	3	Juego de dados	kit	1	45 minutos	
			Cambio del aceite del diferencial delantero	40000 km	Aceite del diferencial delantero	lt	3	Juego de dados	kit	1	30 minutos	
			Cambio del aceite del transfer	40000 km	Aceite del transfer	lt	3	Juego de dados	kit	1	30 minutos	
			Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	40000 km	Aceite para la corona	lt	3	Juego de dados	kit	1	30 minutos	
			Engrase de las crucetas del cardán	6 meses	NLGI 4, base litio	lb	media	Grasero				10 minutos
	MSF	Suspensión-frenos-dirección	Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	3 meses	Aceite hidráulico	lt	2	Juego de dados	kit	1	30 minutos	
			Inspección del nivel de líquido refrigerante (rellenar de ser necesario)	80000 km	Líquido refrigerante	lt	3					15 minutos
			Revisión y cambio de las pastillas	20000 km	Juego de pastillas	und	1	Juego de llaves y destornilladores	und	1	30 minutos	

			delanteras de freno (de ser necesario)								
			Inspección del estado de los bujes de suspensión (cambio de ser necesario)	80000 km	Bujes	UND	8	juego de llaves y dados, gata hidráulica, palancas de fuerza, tacos		3 horas	
			Inspección del estado de la suspensión	40000 km						30 minutos	
MRC	Equipo de rescate contra incendio		Inspección del estado, limpieza y orden de los equipos	15 días	Guaipe, escoba	lb/und	1 y 1	compresor	und	1 1 hora	
			Engrase de la cadena del carrete de la manguera	3 meses	NLGI 4, base litio	lb	media	Grasero		10 minutos	
			Verificación del funcionamiento de los extintores	6 meses							10 minutos
			Inspección del aceite del motor de combustión interna de la bomba hidráulica (Completar de ser necesario)	anual	Aceite del motor de combustión interna	lt	2	Kit de llaves	und	1	10 minutos
			Limpieza del depurador y filtro de aire de la bomba hidráulica	anual				Compresor y juego de llaves	und	1	20 minutos
			Cambio de filtro de aire de la bomba hidráulica	anual	Filtro de aire	und	1	Juego de llaves	kit	1	15 minutos

			Cambio del filtro de combustible de la bomba hidráulica	anual	filtro de combustible	und	1	Juego de llaves	kit	1	15 minutos
			Inspección de la bujía de la bomba hidráulica (cambio de ser necesario)	anual	Bujía	und	1	Kit de llaves	und	1	15 minutos
			ABC del carburador de la bomba hidráulica	anual	Silicona/ Limpiador de carburador/empaque de asiento de carburador (al sacar se rompe)	UND/ LITR OS/U NIDA D	1/ME DIO LITR O/1	Alicate/Destornillador estrella y plano/juego de llaves			2 horas
			Inspección del estado de la cuerda de encendido (chicote) de la bomba hidráulica	6 meses							10 minutos
			Limpieza, inspección y reajuste general de la bomba hidráulica	anual	Brocha/guaipe/gasolina	UND/ libras/ litros	1/1/1litro	Juego de llaves o dados			2 horas
			Verificación del funcionamiento de las tijeras hidráulicas	mensual							10 minutos
			Inspección del estado de los elementos (mangueras hidráulicas, conos, extintores, etc.)	mensual							20 minutos
			ABC de la motosierra	6 meses	Silicona/ Limpiador de carburador/empaque de asiento de	UND/ LITR OS/U	1/ME DIO LITR O/1	Alicate/Destornillador estrella y plano/juego de llaves			2 horas

					carburador (al sacar se rompe)	NIDA D							
		ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	Pruebas de funcionamiento del equipo	mensual							15 minutos	
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	Revisión del estado de la batería	6 meses							10 minutos	
				Verificar el funcionamiento de las luces	6 meses								10 minutos
ATENCIÓN PRE HOSPITALARIA	AMBULANCIA HYUNDAI HI	MCA	Cabina-chasis	Lubricación de puntos	10000 km o 6 meses	Grasa NLGI 4 base litio	Lb	1	Grasero			30 minutos	
				Inspección del estado de la cabina y chasis	6 meses								20 minutos
				Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)	semanal	Detergente	lb	1	Aspiradora	und	1	1 hora	
				Lavado y aspirado del vehículo	6 meses				Compresor	und	1	20 minutos	
				Limpieza del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	anual	Filtro de aire acondicionado	und	1	Compresor	und	1	20 minutos	
				Cambio del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	mensual	Agua con shampoo	litro	2				5 minutos	
				Alineación y balanceo del chasis	anual				Juego de dados	Kit	1	40 minutos	
				Revisar la presión de aire en los neumáticos	mensual				Manómetro de medición de presión de neumáticos	UND	1	5 minutos	

				Cambio de aceite y filtro del aceite	anual o 5000 km	Aceite/Filtro del aceite	Galón/Litro	1 y 1	Llave o faja para filtro	UND	1	1 hora
				Cambio del filtro de aire	anual o 15000 km	Guaípe/Filtro de aire	UND	1	Compresor de aire			10 minutos
				Inspección y limpieza del filtro de aire	5000 km o anual	Guaípe	Lb	1	Compresor de aire			10 minutos
				Cambio de filtros de combustible y filtro de purga	anual o 10000 km	Filtros de combustible/filtro de purga	UND/UND	1 y 1	Llave o faja de filtro/destornillador plano pequeño			30 minutos
				Inspección de los niveles de los fluidos del motor (aceite y refrigerante)	3 meses							10 minutos
				Cambio de bujías de precalentamiento	anual	bujías de precalentamiento	UND	4	Kit de llaves	UND	1	1 hora
				Limpieza y calibración de inyectores	anual	Líquido limpiador de inyectores a diésel	ml	450	banco de calibración	kit	1	4 horas
				Cambio de filtros de toberas	anual	Pre filtros	UND	4	Kit de llaves	kit	1	1 hora
				Revisión del sistema de presión de aire (turbo)	anual				scanner	und	1	1 hora
				Limpieza del sistema de presión de aire	mensual	Líquido limpiador de mecanismos/guaípe	ml/libra	454/1	Juego de llaves, dados y destornilladores	KIT	1	2 horas
				Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante	3 meses							5 minutos

			Cambio de bandas del motor	2 años	Banda	UND	1	Juego de llaves mixtas/palanca de fuerza	kit	1	1 hora	
			Cambio del líquido refrigerante	anual	Líquido refrigerante	Galón	2	Juego de llaves y destornilladores, alicate			30 minutos	
			Limpieza del tanque de combustible	2 años				Juego de llaves o dados	kit	1	3 horas	
MST	Transmisión de movimiento		Cambio de aceite de la caja de cambios	30000 km o anual	aceite de caja de cambios	Litros	6	Juego de dados	kit	1	45 minutos	
			Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	30000 km o anual	aceite de la corona	litros	5	Juego de dados	kit	1	30 minutos	
			Engrase de las crucetas del cardán	6 meses	NLGI 4, base litio	lb	media	Grasero				10 minutos
MSF	Suspensión-frenos-dirección		Revisar el nivel del líquido de frenos (cambio de ser necesario)	6 meses	Líquido de frenos DOT4	lt	1	Grasero			30 minutos	
			Calibración y ajuste de zapatas de frenos delanteros y posteriores	mensual								
			Engrase de sistema de dirección	semanal	Grasa NLGI 4 base litio	lb	1					5 minutos
			Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	6 meses	Aceite hidráulico	litro	3					5 minutos
			Inspección de aceite hidráulico de la dirección (rellenar o cambio de ser necesario)	20000 km o anual					Martillo, llaves de rueda, pistola neumática, combo, destornilladores	und	1	2 horas

RESCATE	CAMIONETA FORD RANGER			Inspección del estado de bujes de la suspensión (cambio de ser necesario)	6 meses	Bujes	UND	8	planos, juego de llaves juego de llaves y dados, gata hidráulica, palancas de fuerza, tacos			3 horas
				Inspección del estado de la suspensión	anual						30 minutos	
				Verificar el estado de carga de los elementos	mensual						1 hora	
		MPH	Equipo de atención prehospitalaria	Verificar el funcionamiento de los elementos	mensual						1 hora	
				Inspección del estado de los elementos	mensual						30 minutos	
				Pruebas de funcionamiento del equipo	mensual						15 minutos	
		ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular							10 minutos		
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	Revisión del estado de la batería	6 meses						10 minutos	
				Verificar el funcionamiento de las luces	6 meses						10 minutos	
		MCA	Cabina-chasis	Lubricación de puntos	10000 km o 6 meses	Grasa NLGI 4 base litio	Lb	1	Grasero	und	1	30 minutos
Inspección del estado de la cabina y chasis	6 meses									20 minutos		
Lavado y aspirado del vehículo	semanal			Detergente	lb	1	Aspiradora	und	1	1 hora		

			Limpieza del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	6 meses				Compresor	und	1	20 minutos	
			Cambio del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	anual	Filtro de aire acondicionado	und	1	Compresor	und	1	20 minutos	
			Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)	mensual	Agua con shampoo	litro	2				5 minutos	
			Alineación y balanceo del chasis	anual				Juego de dados	Kit	1	40 minutos	
			Revisar la presión de aire en los neumáticos	mensual				Manómetro de medición de presión de neumáticos	UND	1	5 minutos	
	MMC	Motor de combustión del vehículo	Cambio de aceite y filtro del aceite	5000 km	Aceite/Filtro del aceite	Litros/UND	5,5 y 1	Llave o faja para filtro	UND	1	1 hora	
			Inspección y limpieza del filtro de aire	5000 km	Guaipe	lb	1	Compresor de aire				10 minutos
			Cambio del filtro de aire	10000 km	Filtro de aire AF-545	UND	1	Compresor de aire				10 minutos
			Cambio de filtro de combustible	20000 km	Filtros de combustible/filtro de purga	UND/UND	1 y 1	Llave o faja de filtro/destornillador plano pequeño				30 minutos
			Inspección del nivel de los fluidos del motor (aceite y refrigerante)	mensual								10 minutos
			Inspección del estado de las bujías (cambio de ser necesario)	50000 km	Bujías BKR-5E	und	4	Kit de llaves	und		1	30 minutos

			Inspección del estado de los cables de las bujías (cambio de ser necesario)	50000 km	Cables de la bujía	und	4	kit de llaves	und	1	30 minutos
			Limpieza y calibración de inyectores	80000 km	Líquido limpiador de inyectores	ml	450	banco de calibración	kit	1	4 horas
			Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante	mensual				Equipo para comprobación de fugas	und	1	30 minutos
			Cambio de bandas del motor (accesorios y distribución)	50000 km	Juego de bandas	und	1	Kit de llaves	und	1	1 hora
			Limpieza del tanque de combustible	10000 km				Juego de llaves o dados	kit	1	3 horas
	MST	Transmisión de movimiento	Cambio de aceite de la caja de cambios	40000 km	aceite de caja de cambios	Litros	6	Juego de dados	kit	1	45 minutos
			Cambio del aceite del diferencial delantero	40000 km	Aceite del diferencial delantero	lt	5	Juego de dados	kit	1	30 minutos
			Cambio del aceite del transfer	40000 km	Aceite del transfer	lt	3	Juego de dados	kit	1	30 minutos
			Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	40000 km	Aceite para la corona	lt	3	Juego de dados	kit	1	30 minutos
	MSF	Suspensión-frenos-dirección	Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	mensual	Aceite hidráulico	lt	2	Juego de dados	kit	1	30 minutos
				Inspección de las pastillas delanteras de freno (Cambiar de ser necesario)	20000 km	Juego de pastillas	und	1	Juego de llaves y destornilladores	und	1

			Inspección del nivel de líquido refrigerante (rellenar de ser necesario)	50000 km	Líquido refrigerante	galón	2				15 minutos
			Calibración y ajuste de zapatas de frenos posteriores	20000 km				Martillo, llaves de rueda, pistola neumática, combo, destornilladores planos, juego de llaves	und	1	2 horas
			Inspección de los bujes de la suspensión (cambio de ser necesario)	40000 km	Bujes	UND	8	juego de llaves y dados, gata hidráulica, palancas de fuerza, tacos			3 horas
			Inspección del estado de los amortiguadores (Cambio de ser necesario)	40000 km							30 minutos
	MRV	Equipos de rescate vehicular	Inspección del aceite del motor de combustión interna de la bomba hidráulica (completar de ser necesario)	anual	Aceite del motor de combustión interna	lt	2	Kit de llaves	und	1	20 minutos
			Limpieza del depurador y filtro de aire de la bomba hidráulica	anual				Compresor y juego de llaves	und	1	20 minutos
			Cambio de filtro de aire de la bomba hidráulica	anual	Filtro de aire	und	1	Juego de llaves	kit	1	15 minutos

			Cambio del filtro de combustible de la bomba hidráulica	anual	filtro de combustible	und	1	Juego de llaves	kit	1	15 minutos
			Inspección de la bujía de la bomba hidráulica (cambio de ser necesario)	anual	Bujía	und	1	Kit de llaves	und	1	15 minutos
			ABC del carburador de la bomba hidráulica	anual	Silicona/ Limpiador de carburador/empaque de asiento de carburador (al sacar se rompe)	UND/LITROS/UND	1/ME DIO LITRO/1	Alicate/Destornillador estrella y plano/juego de llaves			2 horas
			Inspección del estado de la cuerda de encendido (chicote) de la bomba hidráulica	6 meses							10 minutos
			Limpieza, inspección y reajuste general de la bomba hidráulica	anual	Brocha/guaípe/gasolina	UND/litros	1/1/1 litro	Juego de llaves o dados			2 horas
			Verificación del funcionamiento de las tijeras hidráulicas	mensual							30 minutos
			Inspección del estado de los elementos (mangueras hidráulicas, conos, extintores, etc.)	mensual							20 minutos
	ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	Pruebas de funcionamiento del equipo	mensual							15 minutos

CAMIONETA CHEVROLET LUV D-MAX	EEV	Sistema eléctrico vehicular	Revisión del estado de la batería	3 meses							10 minutos	
			Verificar el funcionamiento de las luces	6 meses							10 minutos	
	MCA	Cabina-chasis	Lubricación de puntos	10000 km o 6 meses	Grasa NLGI 4 base litio	Lb	1	Grasero				30 minutos
			Inspección del estado de la cabina y chasis	6 meses								20 minutos
			Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)	semanal	shampoo	lb	1	Aspiradora	und	1		10 minutos
			Lavado y aspirado del vehículo	mensual				Compresor	und	1		1 hora
			Limpieza del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	mensual								5 minutos
			Cambio del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	6 meses	Filtro de aire acondicionado	und	1	Compresor	und	1		20 minutos
			Alineación y balanceo del chasis	anual				Juego de dados	Kit	1		40 minutos
			Revisar la presión de aire en los neumáticos	mensual				Manómetro de medición de presión de neumáticos	UND	1		5 minutos
	MCC	Motor de combustión del vehículo	Cambio de aceite y filtro del aceite	4000 km	Aceite/Filtro del aceite	Litros/UND	6 y 1	Llave o faja para filtro	UND	1		1 hora
Cambio del filtro de aire			10000 km	Guaipe/Filtro de aire	UND	1	Compresor de aire				10 minutos	

			Inspección y limpieza del filtro de aire	semanal	Guaípe	Lb	1	Compresor de aire			10 minutos
			Cambio de filtros de combustible y filtro de purga	10000 km	Filtros de combustible/filtro de purga	UND/UND	1 y 1	Llave o faja de filtro/destornillador plano pequeño			30 minutos
			Inspección del nivel de los fluidos del motor (aceite y refrigerante)	semanal							10 minutos
			Cambio de bujías de precalentamiento	anual	bujías de precalentamiento	UND	4	Kit de llaves	UND	1	1 hora
			Limpieza y calibración de inyectores	anual	Líquido limpiador de inyectores a diésel	ml	450	banco de calibración	kit	1	4 horas
			Cambio de filtros de toberas	anual	Pre filtros	UND	4	Kit de llaves	kit	1	1 hora
			Revisión del sistema de presión de aire (turbo)	mensual				scanner	und	1	1 hora
			Limpieza del sistema de presión de aire	3 meses	Líquido limpiador de mecanismos/guaípe	ml/libra	454/1	Juego de llaves, dados y destornilladores	KIT	1	2 horas
			Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante	3 meses							5 minutos
			Inspección del estado de bandas del motor (cambio de ser necesario)	40000 km	Banda	UND	1	Juego de llaves mixtas/palanca de fuerza	kit	1	1 hora
			Limpieza del tanque de combustible	100000 km				Juego de llaves o dados	kit	1	3 horas
	MST		Cambio de aceite de la caja de cambios	60000 km	aceite de caja de cambios	Litros	3	Juego de dados	kit	1	45 minutos

		Equipo de rescate en aguas rápidas	(bote, remos y kayak)										
			Limpieza de los elementos	mensual	Brocha/guaipe	und/lb	1 y 1	Compresor	und	1	30 minutos		
		ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	Pruebas de funcionamiento del equipo	mensual							15 minutos	
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	Revisión del estado de la batería	3 meses							10 minutos	
				Verificar el funcionamiento de las luces	6 meses							10 minutos	
		CAMIONETA CHEVROLET D-MAX CRD	MCA	Cabina-chasis	Lubricación de puntos	10000 km o 6 meses	Grasa NLGI 4 base litio	Lb	1	Grasero			30 minutos
					Inspección del estado de la cabina y chasis	6 meses							20 minutos
Lavado y aspirado del vehículo	semanal				Detergente	lb	1	Aspiradora	und	1	1 hora		
Limpieza del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	mensual							Compresor	und	1	20 minutos		
Cambio del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	20000 km				Filtro de aire acondicionado	und	1	Compresor	und	1	20 minutos		
Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)	mensual				Agua con shampoo	litro	2					5 minutos	
Alineación del chasis	anual							Juego de dados	Kit	1	40 minutos		

			Revisar la presión de aire en los neumáticos	mensual				Manómetro de medición de presión de neumáticos	UND	1	5 minutos
MMC	Motor de combustión del vehículo		Cambio de aceite y filtro del aceite	5000 km	Aceite/Filtro del aceite	Litros/UND	10 y 1	Llave o faja para filtro	UND	1	1 hora
			Cambio del filtro de aire	10000 km	Guaípe/Filtro de aire	UND	1	Compresor de aire			10 minutos
			Inspección y limpieza del filtro de aire	semanal	Guaípe	Lb	1	Compresor de aire			10 minutos
			Cambio de filtros de combustible y filtro de purga	10000 km	Filtros de combustible/filtro de purga	UND/UND	1 y 1	Llave o faja de filtro/destornillador plano pequeño			30 minutos
			g	semanal							10 minutos
			Cambio de bujías de precalentamiento	anual	bujías de precalentamiento	UND	4	Kit de llaves	UND	1	1 hora
			Limpieza y calibración de inyectores	anual	Líquido limpiador de inyectores a diésel	ml	450	banco de calibración	kit	1	4 horas
			Cambio de filtros de toberas	anual	Pre filtros	UND	4	Kit de llaves	kit	1	1 hora
			Revisión del sistema de presión de aire (turbo)	anual				scanner	und	1	1 hora
			Limpieza del sistema de presión de aire	3 meses	Líquido limpiador de mecanismos/guaípe	ml/libra	454/1	Juego de llaves, dados y destornilladores	KIT	1	2 horas
			Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante	3 meses							5 minutos
			Cambio de bandas del motor	40000 km	Banda	UND	1	Juego de llaves mixtas/palanca de fuerza	kit	1	1 hora

		Limpieza del tanque de combustible	10000 0 km				Juego de llaves o dados	kit	1	3 horas
MST	Transmisión de movimiento	Cambio de aceite de la caja de cambios	60000 km	aceite de caja de cambios	Litros	3	Juego de dados	kit	1	45 minutos
		Cambio del aceite del diferencial delantero	60000 km	Aceite del diferencial delantero	litros	2	Juego de dados	kit	1	30 minutos
		Cambio del aceite del transfer	60000 km	Aceite del transfer	litros	2	Juego de dados	kit	1	30 minutos
		Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	60000 km	Aceite para la corona	litros	2	Juego de dados	kit	1	30 minutos
MSF	Suspensión-frenos-dirección	Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	6 meses	Aceite hidráulico	lt	2	Juego de dados	kit	1	30 minutos
		Cambio del líquido de frenos	20000 km	Líquido de frenos	Galón	2	Juego de llaves y destornilladores, alicate			30 minutos
		Inspección del estado de las pastillas delanteras de freno (cambio de ser necesario)	5000 km	Juego de pastillas	und	1	Juego de llaves y destornilladores	und	1	30 minutos
		Calibración y ajuste de zapatas de frenos posteriores	10000 km				Martillo, llaves de rueda, pistola neumática, combo, destornilladores planos, juego de llaves	und	1	2 horas
		Inspección del estado de bujes de la suspensión (cambio de ser necesario)	6 meses	Bujes	UND	8	juego de llaves y dados, gata hidráulica, palancas de fuerza, tacos			3 horas

			Inspección del estado de la suspensión	6 meses							30 minutos	
	ECV	Equipo de radio y comunicación vehicular	Pruebas de funcionamiento del equipo	mensual							15 minutos	
	EEV	Sistema eléctrico vehicular	Revisión del estado de la batería	3 meses							10 minutos	
			Verificar el funcionamiento de las luces	6 meses							10 minutos	
MOTOCICLETA YAMAHA 1	MMC	Motor y transmisión de la motocicleta	Cambio del aceite y filtro de aceite	2000 km	Aceite y filtro de aceite	Lt/und		Kit de llaves	UND	1	30 minutos	
			Limpieza y engrase de la cadena	1000 km	Grasa NLGI 4 base litio	Lb	1	Grasero	und	1	30 minutos	
			Inspección del estado de la bujía	4000 km					Kit de llaves	UND	1	10 minutos
			Cambio de la bujía	20000 km	Bujía	und	1	Kit de llaves	UND	1	15 minutos	
			Limpieza del depurador y filtro de aire	2000 km					Compresor y Kit de llaves	und	1	20 minutos
			Inspección del juego del cable del embrague y acelerador	2000 km								10 minutos
			Limpieza general de la moto	mensual	Brocha/guaipe/gasolina	und/lb/lt	1y1y1		Compresor	und	1	30 minutos
	MSF	Suspensión-frenos-dirección	Inspección del estado de pastillas de los frenos delanteros (cambio de ser necesario)	4000 km	Juego de pastillas	und	1	Kit de llaves	und	1	30 minutos	

MOTOCICLETA YAMAHA 2			Calibración de las zapatas de los frenos traseros	4000 km				Kit de llaves	und	1	30 minutos	
			Inspección del nivel del líquido de frenos (rellenar de ser necesario)	5000 km	Líquido de frenos	lt	1					10 minutos
			Inspección del estado de la suspensión trasera	1000 km								10 minutos
			Revisar la presión de aire en los neumáticos	mensual				Manómetro de medición de presión de neumáticos	UND	1	5 minutos	
	EEV	Sistema eléctrico	Revisión del estado de la batería	3 meses				Kit de llaves	und	1	20 minutos	
			Verificar el funcionamiento de las luces	mensual							5 minutos	
	MMC	Motor y transmisión de la motocicleta	Cambio del aceite y filtro de aceite	2000 km	Aceite y filtro de aceite	Lt/und		Kit de llaves	UND	1	30 minutos	
			Limpieza y engrase de la cadena	1000 km	Grasa NLGI 4 base litio	Lb	1	Grasero	und	1	30 minutos	
			Inspección del estado de la bujía	4000 km				Kit de llaves	UND	1	10 minutos	
			Cambio de la bujía	20000 km	Bujía	und	1	Kit de llaves	UND	1	15 minutos	
			Inspección del estado del filtro de aire	2000 km				Compresor y Kit de llaves	und	1	20 minutos	
			Inspección del juego del cable del embrague y acelerador	2000 km							10 minutos	
			Limpieza y ajuste general	mensual	Brocha/guaípe/gasolina	und/lb/lt	1y1y1	Compresor	und	1	30 minutos	

		MSF	Suspensión-frenos-dirección	Cambio de pastillas de los frenos delanteros	4000 km	Juego de pastillas	und	1	Kit de llaves	und	1	30 minutos		
				Calibración de las zapatas de los frenos traseros	4000 km				Kit de llaves	und	1	30 minutos		
				Inspección del nivel del líquido de frenos	5000 km	Líquido de frenos	lt	1				10 minutos		
				Inspección del estado de la suspensión trasera	1000 km							10 minutos		
				Revisar la presión de aire en los neumáticos	mensual				Manómetro de medición de presión de neumáticos	UND	1	5 minutos		
		EEV	Sistema eléctrico vehicular	Revisión del estado de la batería	3 meses				Kit de llaves	und	1	20 minutos		
				Verificar el funcionamiento de las luces	mensual							5 minutos		
		GENERACIÓN	GRUPO ELECTRÓGENO BRIGGS&STRATTON	MMC	Motor de combustión	Cambio de aceite del motor de combustión interna	6 meses	Aceite del motor de combustión interna	litro	1	Kit de llaves	und	1	15 minutos
						Limpieza del depurador y filtro de aire	6 meses				compresor	und	1	15 minutos
						Cambio de filtro de aire	6 meses	filtro de aire	und	1	Kit de llaves	und	1	15 minutos
Cambio del filtro de combustible	anual					filtro de combustible	und	1				10 minutos		
Cambio de bujía	anual					Bujía	und	1	kit de llaves	und	1	15 minutos		
ABC del carburador	anual					Silicona/ Limpiador de carburador/empaque de asiento de	UND/ LITR OS/U	1/ME DIO LITR O/1	Alicate/Destornillador estrella y plano/juego de llaves				1 hora	

					carburador (al sacar se rompe)	NIDA D						
				Inspección del estado de la cuerda de encendido (chicote)	6 meses							10 minutos
				Limpieza, inspección y reajuste general	6 meses	Brocha/guaípe/gasolina	und/lb/lt	1y1y1	Compresor			30 minutos
	EGE	Generador		Medición de parámetros eléctricos	6 meses				Amperímetro	UND	1	15 minutos
	GENERADOR DE AIRE COMPRIMIDO	EME	Motor eléctrico	Revisar el estado del motor	6 meses							10 minutos
Limpieza del motor				6 meses	Brocha/guaípe/gasolina	und/lb/lt	1y1y1	Compresor			30 minutos	
MST		Sistema de transmisión	Inspección del estado de la banda	6 meses								10 minutos
			Cambio de la banda	anual	Banda	und	1	Llaves de boca fija/destornillador estrella			30 minutos	
MCP		Compresor	Inspección del cuerpo del tanque del compresor	6 meses								5 minutos
			Purga del tanque de condensado	mensual								5 minutos
MOTO FUMIGADORA		Bomba manual	Inspección y ajuste de la bujía	6 meses	Brocha/guaípe/gasolina	und/lb/lt	1y1y1	Kit de llaves	UND	1	20 minutos	
			Cambio de la bujía	anual	Bujía	und	1	Llave de bujía	und	1	20 minutos	
			ABC del carburador	6 meses	Silicona/ Limpiador de carburador/empaque de asiento de	UND/ LITR OS/ U NIDA D	1/ ME DIO LITR O/1	Alicate/Destornillador estrella y plano/juego de llaves			1 hora	

					carburador (al sacar se rompe)							
				Inspección del estado del filtro de aire	mensual						15 minutos	
			Tanque y mangueras	Revisión general de la bomba	6 meses			Kit de llaves	UND	1	15 minutos	
				Limpieza del elemento filtrante del depósito	6 meses			Compresor	und	1	15 minutos	
				Limpieza de la rejilla de aspiración		6 meses			Kit de llaves	und	1	15 minutos
							Compresor	und	1			

ANEXO F: COSTOS DE MANTENIMIENTO

ÁREA	MÁQUINA	TAREAS DE MANTENIMIENTO			Costo
		Código	EQUIPOS	TAREA DE MANTENIMIENTO	
CONTRA INCENDIOS	TANQUERO CHEVROLET KODIAK	MBB	MOTOBOMBA A GASOLINA LADO IZQUIERDO	Cambio de aceite del motor de combustión interna	
				Limpieza del depurador y filtro de aire	
				Cambio de filtro de aire	
				Cambio del filtro de combustible	
				Cambio de bujía	
				Abc del carburador	
				Inspección del estado de la cuerda de encendido (chicote)	
				Inspección de fugas en la bomba (sello mecánico)	
				Limpieza, inspección y reajuste general	
		MCA	CABINA-CHASIS	Lubricación de puntos	
				Inspección del estado de la cabina y chasis	
				Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)	
				Alineación del chasis	
				Revisar la presión de aire en los neumáticos	
		MDP	DEPOSITO- TANQUE DEL AGUA	Limpieza integral del tanque (interior y exterior)	
				Inspección de fugas del cuerpo del tanque	
		MCC	MOTOR DE COMBUSTION DEL VEHÍCULO	Cambio de aceite y filtro del aceite	
				Cambio del filtro de aire	
				Inspección y limpieza del filtro de aire	
				Cambio de filtros de combustible y filtro de purga	
				Inspección de los niveles de los fluidos del motor (aceite y refrigerante)	
				Cambio de bujías de precalentamiento	
		Limpieza y calibración de inyectores			

				Cambio de filtros de toberas	
				Revisión del sistema de presión de aire (turbo)	
				Limpieza del sistema de presión de aire	
				Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante	
				Cambio de bandas del motor	
				Cambio del líquido refrigerante	
				Limpieza del tanque de combustible	
		MST	TRANSMISION DE MOVIMIENTO	Cambio de aceite de la caja de cambios	
				Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	
				Engrase de las crucetas del cardán	
				Engrase de sistema de dirección	
				Cambio del aceite hidráulico de la dirección	
				Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	
				Purgas de los tanques de almacenamiento del aire	
				Inspección de fugas en los acoples y líneas de suministro de aire	
				Calibración y ajuste de zapatas de frenos delanteros y posteriores	
				Cambio de bujes de la suspensión	
				Inspección del estado de la suspensión	
		MRC	EQUIPO CONTRA INCENDIO	Inspección del estado, limpieza y orden de los equipos	
		ECV	EQUIPO DE RADIO Y COMUNICACIÓN VEHICULAR	Pruebas de funcionamiento del equipo	
				Revisión del estado de la batería	
		EEV	SISTEMA ELECTRICO VEHICULAR	Verificar el funcionamiento de las luces	

TANQUERO MITSUBISHI FUSO	MBB	MOTOBOMBA DE DIÉSEL	Cambio de aceite y filtro del aceite	21,43
			Cambio de filtro de combustible	4,46
			Limpieza de filtro de aire	1
			Cambio de filtro de aire	4,46
			Limpieza de los inyectores	
			Limpieza del tanque de combustible	
			Inspección de fugas de la bomba	6
			Verificar el ajuste de los pernos de anclaje	
	MCA	CABINA-CHASIS	Lubricación de puntos	5
			Inspección del estado de la cabina y chasis	
			Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)	1
			Alineación y balanceo del chasis	
	MDP	DEPOSITO- TANQUE	Revisar la presión de aire en los neumáticos	
			Limpieza integral del tanque (interior y exterior)	1
	MMC	MOTOR DE COMBUSTION DEL VEHÍCULO	Inspección de fugas del cuerpo del tanque	
			Cambio de aceite y filtro del aceite	60,71
			Cambio del filtro de aire	18,86
			Inspección y limpieza del filtro de aire	1
			Cambio de filtros de combustible y filtro de purga	5,36
			Inspección de los niveles de los fluidos del motor (aceite y refrigerante)	
			Cambio de bujías de precalentamiento	240
			Limpieza y calibración de inyectores	5
			Cambio de filtros de toberas	
Revisión del sistema de presión de aire (turbo)				
Limpieza del sistema de presión de aire	26			
Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante				

				Cambio de bandas del motor	
				Cambio del líquido refrigerante	30
				Limpieza del tanque de combustible	
		MST	TRANSMISION DE MOVIMIENTO	Cambio de aceite de la caja de cambios	32,14
				Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	32,14
				Engrase de las crucetas del cardán	5
		MSF	SUSPENSIÓN-FRENOS-DIRECCION	Revisar el nivel del líquido de frenos	20
				Cambio del líquido de frenos	17,86
				Calibración y ajuste de zapatas de frenos delanteros y posteriores	35
				Engrase de sistema de dirección	
				Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	1
				Inspección de aceite hidráulico de la dirección (rellenar o cambio de ser necesario)	
				Inspección del estado de bujes de la suspensión (cambio de ser necesario)	16
			Inspección del estado de la suspensión		
		MRC	EQUIPO CONTRA INCENDIOS	Inspección del estado, limpieza y orden de los equipos	1
		ECV	EQUIPO DE RADIO Y COMUNICACIÓN VEHICULAR	Pruebas de funcionamiento del equipo	
		EEV	SISTEMA ELECTRICO VEHICULAR	Revisión del estado de la batería	
Verificar el funcionamiento de las luces					
AUTOBOMBA MERCEDES BENZ	MBB	AUTOBOMBA	Verificar el adecuado cebado de la bomba		
			Inspección del estado de las tuberías y válvulas de drenaje y aspiración		
			Limpieza de las tuberías y válvulas de drenaje y aspiración	3	

				Inspección del estado y limpieza de la correa de la bomba de engrase	3
				Verificar el adecuado acople del motor del vehículo y la bomba	
				Inspección del estado de retenes e impeler de la bomba (cambio de ser necesario)	
				Inspección del estado de los engranajes de la caja de transferencia	
				Inspección del nivel del aceite de la bomba (cambio de ser necesario)	20
		MCA	CABINA-CHASIS	Lubricación de puntos	5
				Inspección del estado de la cabina y chasis	
				Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)	1
				Alineación y balanceo del chasis	
				Revisar la presión de aire en los neumáticos	
		MDP	DEPOSITO-TANQUE	Limpieza integral del tanque (interior y exterior)	1
				Inspección de fugas del cuerpo del tanque	
				Cambio de aceite y filtro del aceite	102,68
				Cambio del filtro de aire	50,5
				Inspección y limpieza del filtro de aire	2
				Cambio de filtros de combustible y filtro de purga	48,32
				Inspección de los niveles de los fluidos del motor (aceite y refrigerante)	28
				Cambio de bujías de precalentamiento	240
				Limpieza y calibración de inyectores	20
				Cambio de filtros de toberas	
				Revisión del sistema de presión de aire (turbo)	45
				Limpieza del sistema de presión de aire	8
				Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante	
				Cambio de bandas del motor	50
				Cambio del líquido refrigerante	30
				Limpieza del tanque de combustible	30

		MST	TRANSMISION DE MOVIMIENTO	Cambio de aceite de la caja de cambios	107,14
				Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	107,14
				Engrase de las crucetas del cardán	5
		MSF	SUSPENSIÓN-FRENOS-DIRECCION	Revisar el nivel del líquido de frenos	30
				Calibración y ajuste de zapatas de frenos delanteros y posteriores	40
				Engrase de sistema de dirección	
				Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	46,43
				Inspección de aceite hidráulico de la dirección (rellenar o cambio de ser necesario)	
				Inspección del estado de bujes de la suspensión (cambio de ser necesario)	16
		MRC	EQUIPO DE RESCATE CONTRA INCENDIO	Inspección del estado, limpieza y orden de los equipos	3
				Engrase de la cadena del carrete de la manguera	5
				Verificación del funcionamiento de los extintores	
				Inspección del estado de bujías del generador de combustión interna (Cambio de ser necesario)	8
				Inspección del estado de la cuerda de encendido (chicote)	
				Cambio de aceite del motor de combustión interna	20
				Limpieza del depurador y filtro de aire	
				Cambio de filtro de aire	2
				Inspección del estado del filtro de combustible (cambio de ser necesario)	2
				ABC del carburador	12
		ABC de la motosierra 1,2,3	12		
ECV	EQUIPO DE RADIO Y COMUNICACIÓN VEHICULAR	Pruebas de funcionamiento del equipo			
EEV		Revisión del estado de la batería			

			SISTEMA ELECTRICO VEHICULAR	Verificar el funcionamiento de las luces	
AUTOBOMBA FORD F550	MBB	AUTOBOMBA		Verificar el adecuado cebado de la bomba	
				Inspección del estado de las tuberías y válvulas de drenaje y aspiración	
				Limpieza de las tuberías y válvulas de drenaje y aspiración	3
				Inspección del estado y limpieza de la correa de la bomba de engrase	3
				Verificar el adecuado acople del motor del vehículo y la bomba	
				Inspección del estado de retenes e impeler de la bomba (cambio de ser necesario)	
				Inspección del estado de los engranajes de la caja de transferencia	
				Inspección del nivel del aceite de la bomba (cambio de ser necesario)	20
	MCA	CABINA-CHASIS		Lubricación de puntos	5
				Inspección del estado de la cabina y chasis	
				Lavado y aspirado del vehículo	1
				Limpieza del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	
				Cambio del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	5
				Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)	1
				Alineación y balanceo del chasis	
	MDP	DEPOSITO-TANQUE		Revisar la presión de aire en los neumáticos	
				Limpieza integral del tanque (interior y exterior)	1
	MMC	MOTOR DE COMBUSTION DE VEHÍCULO		Inspección de fugas del cuerpo del tanque	
				Cambio de aceite y filtro del aceite	
				Inspección y limpieza del filtro de aire	
			Cambio del filtro de aire		
			Cambio de filtro de combustible		
		Inspección de los niveles de los fluidos del motor (aceite y refrigerante)			

				Inspección del estado de las bujías (cambio de ser necesario)	
				Inspección del estado de los cables de las bujías (cambio de ser necesario)	
				Limpieza y calibración de inyectores	
				Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante	
				Cambio de bandas del motor (accesorios y distribución)	
				Inspección del nivel de líquido refrigerante (rellenar de ser necesario)	
				Limpieza del tanque de combustible	
		MST	TRANSMISION DE MOVIMIENTO	Cambio de aceite de la caja de cambios	
				Cambio del aceite del diferencial delantero	
				Cambio del aceite del transfer	
				Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	
		MSF	SUSPENSIÓN-FRENOS-DIRECCION	Engrase de las crucetas del cardán	
				Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	
				Revisión y cambio de las pastillas delanteras de freno (de ser necesario)	
				Inspección del estado de los bujes de suspensión (cambio de ser necesario)	16
		MRC	EQUIPO DE RESCATE CONTRA INCENDIO	Inspección del estado de la suspensión	
				Inspección del estado, limpieza y orden de los equipos	3
				Engrase de la cadena del carrete de la manguera	5
				Verificación del funcionamiento de los extintores	
				Inspección del aceite del motor de combustión interna de la bomba hidráulica (Completar de ser necesario)	20
				Limpieza del depurador y filtro de aire de la bomba hidráulica	
Cambio de filtro de aire de la bomba hidráulica					
Cambio del filtro de combustible de la bomba hidráulica					
Inspección de la bujía de la bomba hidráulica (cambio de ser necesario)					
ABC del carburador de la bomba hidráulica	12				

				Inspección del estado de la cuerda de encendido (chicote) de la bomba hidráulica			
				Limpieza, inspección y reajuste general de la bomba hidráulica	3		
				Verificación del funcionamiento de las tijeras hidráulicas			
				Inspección del estado de los elementos (mangueras hidráulicas, conos, extintores, etc.)			
				ABC de la motosierra	12		
		ECV	EQUIPO DE RADIO Y COMUNICACIÓN VEHICULAR	Pruebas de funcionamiento del equipo			
		EEV	SISTEMA ELECTRICICO VEHICULAR	Revisión del estado de la batería			
				Verificar el funcionamiento de las luces			
		ATENCIÓN PRE HOSPITALARIA	AMBULANCIA HYUNDAI H1	MCA	CABINA-CHASIS	Lubricación de puntos	5
						Inspección del estado de la cabina y chasis	
Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)	1						
Lavado y aspirado del vehículo	20						
Limpieza del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	5						
Cambio del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	1						
Alineación y balanceo del chasis							
Revisar la presión de aire en los neumáticos							
MMC	MOTOR DE COMBUSTION DEL VEHÍCULO			Cambio de aceite y filtro del aceite	27,68		
				Cambio del filtro de aire	11,71		
				Inspección y limpieza del filtro de aire	2		
				Cambio de filtros de combustible y filtro de purga	10,71		
				Inspección de los niveles de los fluidos del motor (aceite y refrigerante)			
				Cambio de bujías de precalentamiento	18		

			Limpieza y calibración de inyectores	20
			Cambio de filtros de toberas	
			Revisión del sistema de presión de aire (turbo)	
			Limpieza del sistema de presión de aire	8
			Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante	
			Cambio de bandas del motor	50
			Cambio del líquido refrigerante	26,79
			Limpieza del tanque de combustible	
	MST	TRANSMISION DE MOVIMIENTO	Cambio de aceite de la caja de cambios	32,14
			Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	26,79
			Engrase de las crucetas del cardán	5
	MSF	SUSPENSIÓN-FRENOS-DIRECCION	Revisar el nivel del líquido de frenos (cambio de ser necesario)	15
			Calibración y ajuste de zapatas de frenos delanteros y posteriores	22
			Engrase de sistema de dirección	5
			Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	17,41
			Inspección de aceite hidráulico de la dirección (rellenar o cambio de ser necesario)	13,39
			Inspección del estado de bujes de la suspensión (cambio de ser necesario)	16
			Inspección del estado de la suspensión	
	MPH	EQUIPO DE ATENCION PRE-HOSPITALARIA	Verificar el estado de carga de los elementos	7
			Verificar el funcionamiento de los elementos	
			Inspección del estado de los elementos	
	ECV	EQUIPO DE RADIO Y COMUNICACIÓN VEHICULAR	Pruebas de funcionamiento del equipo	
	EEV		Revisión del estado de la batería	

			SISTEMA ELECTRICO VEHICULAR	Verificar el funcionamiento de las luces	
RESCATE	CAMIONETA FORD RANGER	MCA	CABINA-CHASIS	Lubricación de puntos	5
				Inspección del estado de la cabina y chasis	
				Lavado y aspirado del vehículo	2
				Limpieza del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	
				Cambio del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	5
				Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)	2
				Alineación y balanceo del chasis	
				Revisar la presión de aire en los neumáticos	
		MMC	MOTOR DE COMBUSTION DEL VEHÍCULO	Cambio de aceite y filtro del aceite	23,14
				Inspección y limpieza del filtro de aire	2
				Cambio del filtro de aire	7,14
				Cambio de filtro de combustible	8,04
				Inspección de los niveles de los fluidos del motor (aceite y refrigerante)	
				Inspección del estado de las bujías (cambio de ser necesario)	12
				Inspección del estado de los cables de las bujías (cambio de ser necesario)	15
				Limpieza y calibración de inyectores	20
				Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante	
				Cambio de bandas del motor (accesorios y distribución)	50
				Inspección del nivel de líquido refrigerante (rellenar de ser necesario)	26,79
				Limpieza del tanque de combustible	15
MST	TRANSMISION DE MOVIMIENTO	Cambio de aceite de la caja de cambios	32,14		
		Cambio del aceite del diferencial delantero	26,79		
		Cambio del aceite del transfer	7		
		Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	15		

		MSF	SUSPENSIÓN- FRENOS- DIRECCION	Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	13,39	
				Inspección de las pastillas delanteras de freno (Cambiar de ser necesario)		
				Calibración y ajuste de zapatas de frenos posteriores	35	
				Inspección de los bujes de la suspensión (cambio de ser necesario)	16	
				Inspección del estado de los amortiguadores (Cambio de ser necesario)		
		MRV	EQUIPOS DE RESCATE VEHICULAR	Inspección del aceite del motor de combustión interna de la bomba hidráulica (Completar de ser necesario)	20	
				Limpieza del depurador y filtro de aire de la bomba hidráulica		
				Cambio de filtro de aire de la bomba hidráulica	2	
				Cambio del filtro de combustible de la bomba hidráulica	2	
				Inspección de la bujía de la bomba hidráulica (cambio de ser necesario)	2	
				ABC del carburador de la bomba hidráulica	15	
				Inspección del estado de la cuerda de encendido (chicote) de la bomba hidráulica		
				Limpieza, inspección y reajuste general de la bomba hidráulica	3	
				Verificación del funcionamiento de las tijeras hidráulicas		
				Inspección del estado de los elementos (mangueras hidráulicas, conos, extintores, etc.)		
		ECV	EQUIPO DE RADIO Y COMUNICACIÓN VEHICULAR	Pruebas de funcionamiento del equipo		
		EEV	SISTEMA ELECTRICO VEHICULAR	Revisión del estado de la batería		
				Verificar el funcionamiento de las luces		
		CAMIONETA CHEVROLET LUV D-MAX	MCA	CABINA-CHASIS	Lubricación de puntos	5
					Inspección del estado de la cabina y chasis	
Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)	1					
Lavado y aspirado del vehículo						

				Limpieza del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	5
				Cambio del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	1
				Alineación y balanceo del chasis	
				Revisar la presión de aire en los neumáticos	
		MCC	MOTOR DE COMBUSTION DEL VEHÍCULO	Cambio de aceite y filtro del aceite	36,61
				Cambio del filtro de aire	10
				Inspección y limpieza del filtro de aire	2
				Cambio de filtros de combustible y filtro de purga	6,25
				Inspección de los niveles de los fluidos del motor (aceite y refrigerante)	
				Cambio de bujías de precalentamiento	
				Limpieza y calibración de inyectores	20
				Cambio de filtros de toberas	
				Revisión del sistema de presión de aire (turbo)	
				Limpieza del sistema de presión de aire	8
				Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante	
				Inspección del estado de bandas del motor (cambio de ser necesario)	50
				Cambio del líquido refrigerante	26,79
		Limpieza del tanque de combustible			
		MST	TRANSMISION DE MOVIMIENTO	Cambio de aceite de la caja de cambios	32,14
				Cambio del aceite del diferencial delantero	26,79
				Cambio del aceite del transfer	7
Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	15				
MSF	SUSPENSION-FRENOS-DIRECCION	Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	13,39		
		Inspección del estado de las pastillas delanteras de freno (cambio de ser necesario)	35		
		Calibración y ajuste de zapatas de frenos posteriores			
		Inspección del estado de bujes de la suspensión (cambio de ser necesario)	16		

		MRA	EQUIPO DE RESCATE EN AGUAS RAPIDAS	Inspección del estado de la suspensión		
				Verificar el estado de los elementos (bote, remos y kayak)	20	
				Limpieza de los elementos	3	
		ECV	EQUIPO DE RADIO Y COMUNICACIÓN VEHICULAR	Pruebas de funcionamiento del equipo		
				EEV	SISTEMA ELECTRICO VEHICULAR	Revisión del estado de la batería
		Verificar el funcionamiento de las luces				
		CAMIONETA CHEVROLET D-MAX CRD	MCA	CABINA-CHASIS	Lubricación de puntos	5
					Inspección del estado de la cabina y chasis	
	Lavado y aspirado del vehículo				1	
	Limpieza del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)					
	Cambio del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)				5	
	Inspección del nivel del agua de los limpiaparabrisas (rellenar de ser necesario)				1	
	Alineación y balanceo del chasis					
	Revisar la presión de aire en los neumáticos					
	MMC		MOTOR DE COMBUSTION DEL VEHÍCULO	Cambio de aceite y filtro del aceite	36,61	
				Cambio del filtro de aire	10	
		Inspección y limpieza del filtro de aire		2		
Cambio de filtros de combustible y filtro de purga		6,25				
Inspección de los niveles de los fluidos del motor (aceite y refrigerante)						
Cambio de bujías de precalentamiento						
Limpieza y calibración de inyectores		20				
Cambio de filtros de toberas						

				Revisión del sistema de presión de aire (turbo)	
				Limpieza del sistema de presión de aire	8
				Inspección de fugas en el sistema de líquido refrigerante	
				Cambio de bandas del motor	50
				Cambio del líquido refrigerante	26,79
				Limpieza del tanque de combustible	
		MST	TRANSMISION DE MOVIMIENTO	Cambio de aceite de la caja de cambios	32,14
				Cambio del aceite del diferencial delantero	26,79
				Cambio del aceite del transfer	7
				Cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	15
		MSF	SUSPENSIÓN-FRENOS-DIRECCION	Revisión del nivel del aceite hidráulico (rellenar de ser necesario)	13,39
				Inspección del estado de las pastillas delanteras de freno (cambio de ser necesario)	35
				Calibración y ajuste de zapatas de frenos posteriores	
				Inspección del estado de bujes de la suspensión (cambio de ser necesario)	16
				Inspección del estado de la suspensión	
		ECV	EQUIPO DE RADIO Y COMUNICACIÓN VEHICULAR	Pruebas de funcionamiento del equipo	
		EEV	SISTEMA ELECTRICO VEHICULAR	Revisión del estado de la batería	
				Verificar el funcionamiento de las luces	
		MOTOCICLETA YAMAHA 1	MMC	MOTOR Y TRANSMISIÓN DE LA MOTOCICLETA	Cambio del aceite y filtro de aceite
	Limpieza y engrase de la cadena				5
Inspección del estado de la bujía					
Cambio de la bujía	15				
Limpieza del depurador y filtro de aire					

GEN ERA CIÓN	MOTOCICLETA YAMAHA 2	MSF	SUSPENSIÓN- FRENOS- DIRECCION	Inspección del juego del cable del embrague y acelerador	
				Limpieza general de la moto	3
				Inspección del estado de pastillas de los frenos delanteros (cambio de ser necesario)	30
				Calibración de las zapatas de los frenos traseros	
				Inspección del nivel del líquido de frenos (rellenar de ser necesario)	10
				Inspección del estado de la suspensión trasera	
		EEV	SISTEMA ELECTRICO	Revisar la presión de aire en los neumáticos	
				Revisión del estado de la batería	
				Verificar el funcionamiento de las luces	
				Cambio del aceite y filtro de aceite	15
				Limpieza y engrase de la cadena	5
	MMC	MOTOR Y TRANSMISIÓN DE LA MOTOCICLETA	Inspección del estado de la bujía		
			Cambio de la bujía	15	
			Inspección del estado del filtro de aire		
			Inspección del juego del cable del embrague y acelerador		
			Limpieza y ajuste general	4	
			Cambio de pastillas de los frenos delanteros	30	
			Calibración de las zapatas de los frenos traseros		
	MSF	SUSPENSIÓN- FRENOS- DIRECCION	Inspección del nivel del líquido de frenos	10	
			Inspección del estado de la suspensión trasera		
			Revisar la presión de aire en los neumáticos		
			EEV	SISTEMA ELECTRICO VEHICULAR	Revisión del estado de la batería
	Verificar el funcionamiento de las luces				
GRUPO ELECTRÓGEN	MMC	MOTOR DE COMBUSTION	Cambio de aceite del motor de combustión interna	10	
			Limpieza del depurador y filtro de aire		

	O BRIGGS&STRATTON			Cambio de filtro de aire	2
				Cambio del filtro de combustible	2
				Cambio de bujía	4
				ABC del carburador	12
				Inspección del estado de la cuerda de encendido (chicote)	
				Limpieza, inspección y reajuste general	4
		EGE	GENERADOR	Medición de parámetros eléctricos	
	GENERADOR DE AIRE COMPRIMIDO	EME	MOTOR ELECTRICO	Revisar el estado del motor	
				Limpieza del motor	4
		MST	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	Inspección del estado de la banda	
Cambio de la banda				3	
MCP	COMPRESOR	Inspección del cuerpo del tanque del compresor			
		Purga del tanque de condensado			
MOTOFUMIGADORA		BOMBA MANUAL	Inspección y ajuste de la bujía	4	
			Cambio de la bujía	3	
			ABC del carburador	12	
			Inspección del estado del filtro de aire		
		TANQUE Y MANGUERAS	Revisión general de la bomba		
			Limpieza del elemento filtrante del depósito		
			Limpieza de la rejilla de aspiración		

ANEXO G: RUTINAS DE MANTENIMIENTO

FRECUENCIA: ANUAL	Cod. Equipo	Cod. Maquina
Cambio de filtro de aire y bujía	MBB	T1
ABC del carburador, limpieza, inspección del estado de la bomba y reajuste general		
Alineación del chasis	MCA	T1, T2, B1, B2
Cambio de aceite, filtro del aceite y filtro de aire	MCC	T1, T2, B1
Cambio de bujías de precalentamiento, limpieza y calibración de inyectores		T1, T2, B1
Cambio de filtros de toberas y revisión del sistema de presión de aire (turbo) y cambio de filtros de combustible y filtro de purga		T1, T2, B1
Cambio del líquido refrigerante e inspección del estado de la suspensión	MSF	T1
Cambio de filtro de aire, limpieza de inyectores y tanque de combustible	MBB	T2
Cambio de aceite de la caja de cambios y cambio de aceite del diferencial posterior (corona)	MST	T2
Inspección de aceite hidráulico de la dirección (rellenar o cambio de ser necesario), cambio del líquido refrigerante e inspección del estado de la suspensión	MSF	T2, B1
Inspección del estado de retenes e impeler de la bomba (cambio de ser necesario) y Limpieza de las tuberías y válvulas de drenaje y aspiración	MBB	B1, B2
Cambio de filtro de aire e Inspección del estado del filtro de combustible (cambio de ser necesario)	MRC	B1
ABC del carburador y motosierras 1,2,3		
Limpieza del depurador y filtro de aire de la bomba hidráulica, cambio de filtro de aire de la bomba hidráulica y cambio del filtro de combustible de la bomba hidráulica	MRC	B2
Inspección de la bujía de la bomba hidráulica (cambio de ser necesario), limpieza, inspección y reajuste general de la bomba hidráulica		
FRECUENCIA: 1000 KM	Cod. Equipo	Cod. Maquina
Limpieza y engrase de la cadena	MMC	M1, M2
Inspección del estado de la suspensión trasera	MSF	M1, M2
FRECUENCIA: 2000 KM	Cod. Equipo	Cod. Maquina
Cambio del aceite y filtro de aceite, Limpieza del depurador y filtro de aire, inspección del juego del cable del embrague y acelerador.	MMC	M1, M2
FRECUENCIA: 4000 KM	Cod. Equipo	Cod. Maquina

Inspección del estado de la bujía	MMC	M1, M2
Inspección del estado de pastillas de los frenos delanteros (cambio de ser necesario) y calibración de las zapatas de los frenos traseros	MSF	M1, M2
FRECUENCIA: 5000 km	Cod. Equipo	Cod. Maquina
Cambio de aceite y filtro del aceite, Limpieza e inspección del filtro de aire	MMC	B1, R1, R2, R3
Inspección del estado de las pastillas delanteras de freno (cambio de ser necesario)	MSF	R2, R3
Inspección del nivel del líquido de frenos (rellenar de ser necesario)	MSF	M1, M2
Cambio de aceite y filtro del aceite e inspección y limpieza del filtro de aire	MMC	T1, T2, A1, H1
Cambio del aceite hidráulico de la dirección	MSF	T1
Cambio del líquido de frenos	MSF	T2
Limpieza del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	MCA	A2
FRECUENCIA 10000 KM	Cod. Equipo	Cod. Maquina
Cambio de filtros de combustible y filtro de purga	MCC	T1, T2, A1, H1, R2
Cambio de filtro de combustible	MCC	A2
Lubricación de puntos	MCA	H1, R1, R2, R3
Cambio del filtro de aire y limpieza del tanque de combustible	MCC	R1, R2, R3
Calibración y ajuste de zapatas de frenos posteriores	MSF	R2, R3
FRECUENCIA 15000 KM	Cod. Equipo	Cod. Maquina
Cambio del filtro de aire	MCC	T1, T2, A1, A2, H1
Cambio del filtro de aire de cabina (ac/calefacción)	MCA	A2
FRECUENCIA 20000 KM	Cod. Equipo	Cod. Maquina
Cambio de la bujía	MSF	M1, M2
Calibración y ajuste de zapatas de frenos delanteros y posteriores	MSF	T1, T2, A1, A2, H1
Cambio de filtro de combustible	MCC	R1
Inspección de las pastillas delanteras de freno (Cambiar de ser necesario) Y calibración y ajuste de zapatas de frenos posteriores	MSF	R1
Cambio del líquido refrigerante	MSF	R2, R3

FRECUENCIA 30000 KM	Cod. Equipo	Cod. Maquina
Cambio de aceite de la caja de cambios y aceite del diferencial posterior (corona)	MST	T1, T2, A1, H1
FRECUENCIA: 40000 KM	Cod. Equipo	Cod. Maquina
Cambio de aceite de la caja de cambios, aceite del diferencial delantero, aceite del transfer y aceite del diferencial posterior (corona)	MST	A2, R1
Inspección del estado de la suspensión	MSF	A2, R1
Inspección de los bujes de la suspensión (cambio de ser necesario), inspección del estado de los amortiguadores (Cambio de ser necesario)	MSF	R1
Inspección del estado de bandas del motor (cambio de ser necesario)	MCC	R2, R3
FRECUENCIA: 50000 KM	Cod. Equipo	Cod. Maquina
Cambio del aceite hidráulico de la dirección	MSF	T1
Cambio del líquido de frenos	MSF	T2
Inspección del estado de las bujías (cambio de ser necesario), limpieza y calibración de inyectores	MCC	A2, R1
Inspección del estado de los cables de las bujías (cambio de ser necesario) y cambio de bandas del motor (accesorios y distribución)	MCC	R1
Inspección del nivel de líquido refrigerante (rellenar de ser necesario)	MSF	R1
FRECUENCIA: 60000 KM	Cod. Equipo	Cod. Maquina
Cambio de bandas del motor (accesorios y distribución)	MCC	A2
Cambio de aceite de la caja de cambios, aceite del diferencial delantero, aceite del transfer y aceite del diferencial posterior (corona)	MST	R2, R3
FRECUENCIA: 80000 KM	Cod. Equipo	Cod. Maquina
Inspección del estado de los cables de las bujías (cambio de ser necesario) y limpieza del tanque de combustible	MCC	A2
Inspección del nivel de líquido refrigerante (rellenar de ser necesario), Inspección del estado de los bujes de suspensión (cambio de ser necesario)	MSF	A2
Limpieza y calibración de inyectores	MCC	R1
FRECUENCIA: 100000 KM	Cod. Equipo	Cod. Maquina
Limpieza del tanque de combustible	Todos los equipos automotores	Todos los equipos automotores