

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(89)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTOR	ANDRES FELIPE MURILLO RINCON
FACULTAD	FACULTAD DE INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA MECANICA
DIRECTOR	MSc. EDWIN ESPINEL BLANCO
TÍTULO DE LA TESIS	DISEÑO DE UN PLAN DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS Y VEHICULOS DEL CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DEL MUNICIPIO DE ORITO, PUTUMAYO

RESUMEN

SE DISEÑO UN PLAN DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS Y VEHICULOS DEL CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS ORITO, PUTUMAYO, EN EL CUAL SE APLICO UN DIAGNOSTICO PARA TENER UNA VISION SOBRE LAS FALENCIAS DE LA INSTITUCION Y ENFOCARSE EN ELLAS, TAMBIEN SE REALIZARON FORMATOS DE MANTENIMIENTO EN UN APLICATIVO DESARROLLADO EN MICROSOFT EXCEL Y VISUAL BASIC FACILITANDO ASI, EL MANEJO DE LOS DATOS GENERADOS POR INTERVENCIONES, TENIENDO EN CUENTA LAS NORMAS ESTANDARES DE MANTENIMIENTO. AL FINAL, SE CAPACITO AL CUERPO DE BOMBEROS SOBRE EL PLAN DE GESTION DE MANTENIMIENTO REALIZADO Y EL USO DEL APLICATIVO, JUNTO A LAS VENTAJAS QUE CONCEDE LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTE.

CARACTERÍSTICAS

PAGINAS: 89	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 23	CD-ROM: 1
-------------	---------	-------------------	-----------



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
 info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

**DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS Y
VEHÍCULOS DEL CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DEL MUNICIPIO DE
ORITO, PUTUMAYO**

ANDRÉS FELIPE MURILLO RINCÓN

**Trabajo presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero
mecánico bajo la modalidad de pasantías**

Director

MSc. EDWIN ESPINEL BLANCO

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA**

Ocaña, Colombia

Agosto de 2020

ÍNDICE

	Pág.
Introducción	x
1. Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para los equipos y vehículos del cuerpo de bomberos voluntarios del municipio de Orito, Putumayo	1
1.1 Descripción de la empresa.....	1
1.1.1 Misión.	1
1.1.2 Visión.....	1
1.1.3 Objetivos de la empresa.	2
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.	2
1.1.5 Descripción de la dependencia.....	3
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.....	3
1.2.1 Planteamiento del problema.....	5
1.3 Objetivos	5
1.3.1 General.....	5
1.3.2 Específicos.	6
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar	6
2. Enfoques referenciales	7
2.1 Enfoque conceptual	7
2.2 Enfoque legal.....	9
3. Información de cumplimiento de trabajo	11
3.1 Presentación de resultados	11
3.1.1 Describir la normativa requerida para la gestión de mantenimiento en equipos y vehículos de bomberos aplicado al Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Orito.	11
3.1.2 Realizar un diagnóstico sobre el mantenimiento y su planeación en los equipos y vehículos del cuerpo de bomberos voluntarios de Orito.....	23
3.1.3 Demostrar la aplicabilidad del plan de gestión de mantenimiento propuesto.	31
4. Diagnóstico final.....	69
5. Conclusiones	70
6. Recomendaciones	71
Referencias.....	72
Apéndice	74

Lista de tablas

Tabla 1 Diagnóstico inicial de la dependencia a través de la matriz DOFA	4
Tabla 2 Estrategias del diagnóstico inicial de la dependencia a través de la matriz DOFA.....	4
Tabla 3 Descripción de las actividades a desarrollar	6
Tabla 4 Datos de equipo	13
Tabla 5 Datos de falla	15
Tabla 6 Datos de mantenimiento	16
Tabla 7 Emergencias según el nivel	23
Tabla 8 Sistema estructural del cuestionario de autoanálisis.....	24
Tabla 9 Fragmento del cuestionario de autoanálisis.....	26
Tabla 10 Resultados obtenidos	27
Tabla 11 Clasificación de los vehículos del cuerpo de bomberos	30
Tabla 12 Equipos de corte	31
Tabla 13 Equipos de bombeo y compresores	31
Tabla 14 Código por área	32
Tabla 15 Código por equipo	32
Tabla 16 Codificación de los equipos.....	33
Tabla 17 Codificación del parque automotor	33
Tabla 18 Factores de criticidad.....	34
Tabla 19 Nivel de criticidad de cada uno de los activos.....	36
Tabla 20 Inventario de activos.....	37
Tabla 21 Ficha técnica	38
Tabla 22 Orden de trabajo	38
Tabla 23 Historial de intervenciones	39
Tabla 24 Tabla de mantenimiento	40
Tabla 25 Tabla de mantenimiento para compresores	41
Tabla 26 Tabla de mantenimiento para generadores	42
Tabla 27 Tabla de mantenimiento para fumigadoras	43
Tabla 28 Tabla de mantenimiento para desbrozadora	45
Tabla 29 Tabla de mantenimiento para motobombas.....	47
Tabla 30 Tabla de mantenimiento para motocicletas	49
Tabla 31 Tabla de mantenimiento para camiones	51
Tabla 32 Tabla de mantenimiento para camionetas	53

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Estructura del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Orito.....	2
<i>Figura 2.</i> Modelo básico de análisis de criticidad.....	8
<i>Figura 3.</i> Pirámide Taxonómica de equipos.....	17
<i>Figura 4.</i> Resultado del diagnóstico.....	27
<i>Figura 5.</i> Plano del primer piso.....	29
<i>Figura 6.</i> Plano del segundo piso.....	29
<i>Figura 7.</i> Codificación estándar recomendada.....	32
<i>Figura 8.</i> Matriz de criticidad.....	35
<i>Figura 9.</i> Ficha técnica Motosierra AS-1.....	41
<i>Figura 10.</i> Ventana inicial del aplicativo.....	58
<i>Figura 11.</i> Ventana de la gestión del mantenimiento.....	59
<i>Figura 12.</i> Acerca del aplicativo.....	59
<i>Figura 13.</i> Diagrama de flujo del proceso del aplicativo desarrollado.....	60
<i>Figura 14.</i> Base de datos del inventario.....	61
<i>Figura 15.</i> Registrar/modificar equipo o vehículo.....	62
<i>Figura 16.</i> Base de datos fichas técnicas.....	63
<i>Figura 17.</i> Añadir ficha técnica.....	64
<i>Figura 18.</i> Editar ficha técnica.....	65
<i>Figura 19.</i> Base de datos de ordenes de trabajo.....	66
<i>Figura 20.</i> Generar o modificar las ordenes de trabajo.....	66
<i>Figura 21.</i> Selección de tablas de mantenimiento.....	67
<i>Figura 22.</i> Evidencia de capacitación 1.....	68
<i>Figura 23.</i> Evidencia de capacitación 2.....	68

Lista de apéndices

Apéndice A. Cuestionario de autoanálisis	75
--	----

Resumen

Se diseñó un plan de gestión de mantenimiento para los equipos y vehículos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios Orito, Putumayo, en el cual aplicó un diagnóstico para tener una visión sobre las falencias de la institución y enfocarse en ellas, también se implementó un análisis de criticidad para establecer la jerarquía de los activos al momento de realizar un mantenimiento, identificándose cada uno de estos por medio de codificaciones, también se realizaron formatos de mantenimiento en un aplicativo desarrollado en Microsoft Excel y Visual Basic facilitando así, el manejo de los datos generados por intervenciones, teniendo en cuenta las normas estándares de mantenimiento. Al final, se capacitó al cuerpo de bomberos sobre el plan de gestión de mantenimiento realizado y el uso del aplicativo, junto a las ventajas que concede la implementación de este.

Introducción

La gestión del mantenimiento es de suma importancia si se quiere mantener la continuidad en cualquier proceso o servicio, sobre todo si el atraso en las operaciones pudiera generar algún riesgo o pérdida. Continuamente se hacen mejoras en esta área buscando la forma de que se adapte mejor a todo tipo de organización y a todo tipo de sistemas, estas mejoras van encaminadas a optimar la eficacia y eficiencia de los procesos, esto se ha logrado mediante la aplicación de tecnologías y el desarrollo de software que simplifican las tareas y gestionan la cantidad de datos que se generan por las actividades de mantenimiento.

Este trabajo tiene como fin brindar un plan de gestión de mantenimiento para el Cuerpo de Bomberos Voluntarios Orito, que permita administrar las intervenciones realizadas a los activos, organizar estas tareas y mantener sus equipos en el mejor estado posible para atender cualquier eventualidad o emergencia.

1. Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para los equipos y vehículos del cuerpo de bomberos voluntarios del municipio de Orito, Putumayo

1.1 Descripción de la empresa

El Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Orito, Putumayo, es una organización que busca proteger la vida y bienes de la población del municipio y zonas aledañas, mediante la gestión integral de riesgo contra incendios, la atención de rescates y accidentes con materiales peligrosos, así como el apoyo a la atención de otras emergencias y desastres, preservando el medio ambiente y los recursos naturales, también realizan actividades informativas, de prevención y disminución de riesgos de incendios y de accidentes, actuando siempre para el interés público y con responsabilidad social.

1.1.1 Misión. El Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Orito, pretende en un mediano y largo plazo estar sólidamente posesionados en el escenario de la prevención y atención de incendios. Ser el mejor servicio de bomberos en el departamento del Putumayo, por la protección a la vida, mediante la prevención de incendios y calamidades conexas, y atención de todas las emergencias en Orito, a través de su organización institucional, su patrimonio humano, su respuesta efectiva y segura mediante la modernización técnica y tecnológica.

1.1.2 Visión. Protección a la vida y patrimonio de los ciudadanos y ciudadanas de Orito, mediante la prevención de incendios y calamidades conexas, la atención oportuna, efectiva y segura de las emergencias, a través de la formación ciudadana en autogestión del riesgo, el fortalecimiento técnico, incorporando el concepto de prevención en la planificación, educación y

cultura de nuestra población que conduzca a la disminución de la vulnerabilidad y los efectos catastróficos de los desastres naturales o antrópicos.

1.1.3 Objetivos de la empresa.

- Salvaguardar las vidas y los bienes de todos los habitantes del municipio de Orito, mediante la gestión integral de control de incendios, los preparativos en búsqueda y rescate y la atención de materiales peligrosos.
- La protección y conservación de medio ambiente, incluyendo la flora y la fauna.
- Cumplimiento a los preceptos de la ley 1575 de 2012.

1.1.4 Descripción de la estructura organizacional. El cuerpo de bomberos está estructurado como se aprecia en la Figura 1.

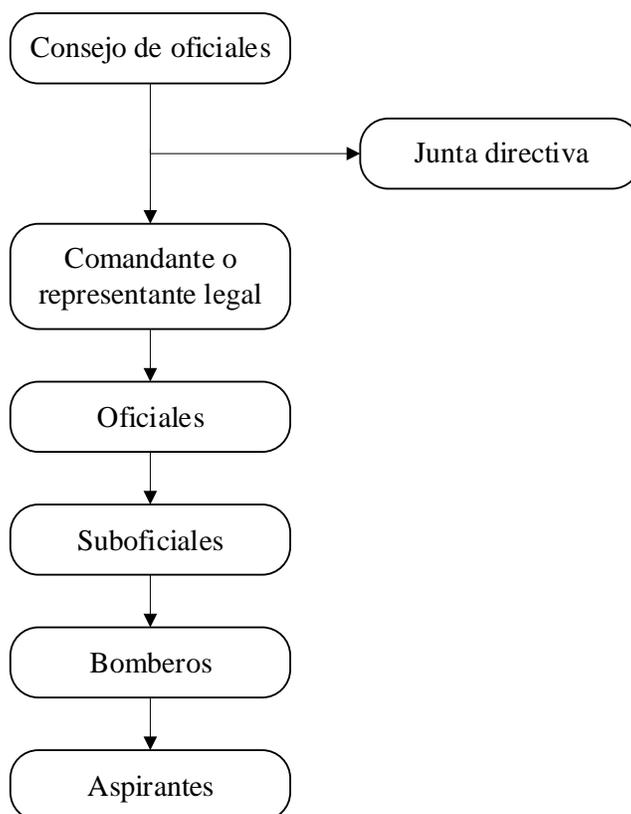


Figura 1. Estructura del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Orito.
Fuente: El autor

1.1.5 Descripción de la dependencia. La institución cuenta con personal con conocimientos para la supervisión, verificación y realización de tareas de mantenimiento básicas, en su mayoría de tipo preventivas, correspondientes a inspecciones de rutina, lubricación y limpieza, que se ejecutan a diario o semanalmente dependiente del estado y su frecuencia de uso, dichas actividades son realizadas dentro de la institución por el personal designado, si la dificultad de las actividades sale del rango de sus conocimientos, por lo general cuando se requieren acciones correctivas, será asignada a trabajadores especializados externos con los cuales ya se cuenta con una vinculación previa, tanto puede ser dentro o fuera del municipio.

La institución no cuenta con un plan de gestión de mantenimiento, las solicitudes de servicios, repuestos y ordenes de trabajo se realizan de manera verbal, para el caso de los mantenimientos externos la única información que se maneja entre la institución y el agente externo es la factura de pago y la cotización, en el caso de los repuestos sólo se maneja la factura de compra y en ocasiones se adecuan las propias de la máquina. El plan de gestión de mantenimiento será realizado por Andrés Felipe Murillo Rincón (Pasante) con el fin de aportar mejoras continuas en la organización del mantenimiento en la institución.

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada

Para conocer y tener una visión clara de cómo se encuentra la situación en torno al área de mantenimiento en el cuerpo de bomberos, se procede a analizar sus debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, estos puntos claves se registrar en la Tabla 1 y Tabla 2.

Tabla 1

Diagnóstico inicial de la dependencia a través de la matriz DOFA

Debilidades	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Inexistencia de un plan de mantenimiento. • No se cuenta con hojas de vida de los equipos. • Manuales e información técnica de los equipos incompleta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de un plan de gestión de mantenimiento. • Atención de las emergencias sin interrupciones en el proceso. • Encaminar el mantenimiento a un modelo preventivo.
Fortalezas	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • El cuerpo de bomberos cuenta con los recursos económicos para llevar a cabo trabajos de mantenimiento. • Perseverancia en la búsqueda de la excelencia organizacional. • Personal con conocimientos de mecánica básica y vinculación para el servicio de mantenimiento por parte de fuentes externas. 	<ul style="list-style-type: none"> • El incumplimiento de tareas de mantenimiento preventivo. • Sobrecostos por averías prevenibles. • Riesgo de no atender una emergencia presente o latente.

Tabla 2

Estrategias del diagnóstico inicial de la dependencia a través de la matriz DOFA

FO	DO
<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar a los miembros del cuerpo de bomberos a que sean parte del mejoramiento continuo. • Creaciones de prácticas de trabajo que mantengan los equipos y vehículos en buen estado. • Obtener control de las actividades de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar e implementar un plan de gestión de mantenimiento que mantenga la operatividad de los activos. • Establecer formatos que aseguren la correcta implementación de un plan de mantenimiento.

Tabla 2
Continuación

FA	DA
<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir las paradas de los vehículos y equipos. • Concientizar al personal de la importancia de mantener los activos en buen estado y funcionando convenientemente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incapacidad de atender una emergencia. • Mal funcionamiento de los activos. • Vehículos y equipos fuera de servicio por averías o fallas.

1.2.1 **Planteamiento del problema.** El Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Orito Putumayo, posee distintos equipos y vehículos con los que operan ante cualquier eventualidad que requiera de sus servicios, por lo que es importante mantener en un estado operativo estos activos ante cualquier emergencia, pero actualmente no cuentan con un sistema para llevar a cabo operaciones de mantenimiento, por lo que no se tiene una organización y un registro de todas las actividades de mantenimiento que se realizan, lo cual dificulta llevar un historial de las intervenciones a los equipos y no permite acceder a información técnica referente a cada uno de estos. Por ello surge la necesidad de diseñar un plan de gestión del mantenimiento que permita llevar una organización de la información generada en la institución debido a la intervención de sus activos y que programe las tareas o actividades de mantenimiento para los equipos y vehículos, que se adapte a las necesidades presentes y futuras del cuerpo de bomberos, y que se apoye con el software Microsoft Excel implementando formatos de mantenimiento como fichas técnicas, hojas de vida, ordenes de trabajo, inventarios y codificaciones.

1.3 Objetivos

1.3.1 General.

- Diseñar un plan para la gestión del mantenimiento de los equipos y vehículos del cuerpo

de bomberos voluntarios del municipio de Orito, Putumayo.

1.3.2 Específicos.

- Realizar un diagnóstico sobre el mantenimiento y su planeación en los equipos y vehículos del cuerpo de bomberos voluntarios de Orito.
- Describir la normativa requerida para la gestión de mantenimiento en equipos y vehículos de bomberos aplicado al Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Orito.
- Demostrar la aplicabilidad del plan de gestión de mantenimiento propuesto.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar

En la Tabla 3 se pueden apreciar los procedimientos que se llevaran a cabo para el cumplimiento de la pasantía, en esta se registran los objetivos y sus actividades correspondiente.

Tabla 3

Descripción de las actividades a desarrollar

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades a desarrollar
Diseñar un plan para la gestión del mantenimiento de los equipos y vehículos del cuerpo de bomberos voluntarios del municipio de Orito, Putumayo.	Describir la normativa requerida para la gestión de mantenimiento en equipos y vehículos de bomberos aplicado al Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Orito.	1. Reconocer las normas que son necesarias para la gestión del mantenimiento y las referentes a la normativa bomberil.

Tabla 3

Continuación

Diseñar un plan para la gestión del mantenimiento de los equipos y vehículos del	Describir la normativa requerida para la gestión de mantenimiento en equipos y vehículos de bomberos aplicado al Cuerpo de	2. Recabar información sobre las normas requeridas para la gestión del mantenimiento de vehículos y equipos de bomberos.
--	--	--

cuerpo de bomberos voluntarios del municipio de Orito, Putumayo.	Bomberos Voluntarios de Orito.	3. Distinguir las definiciones de cada norma que se tendrán en cuenta para la gestión del mantenimiento en el cuerpo de bomberos.
	Realizar un diagnóstico sobre el mantenimiento y su planeación en los equipos y vehículos del cuerpo de bomberos voluntarios de Orito.	1. Buscar información sobre la metodología y obtención de resultados de autoanálisis para determinar la situación de la dependencia.
		2. Emplear un cuestionario de autoanálisis para conocer el estado actual del mantenimiento en el cuerpo de bomberos.
		3. Analizar los resultados obtenidos para inferir conclusiones sobre la situación existente.
	Demostrar la aplicabilidad del plan de gestión de mantenimiento propuesto.	1. Codificar los activos que se encuentran en el cuerpo de bomberos.
		2. Realizar un análisis de criticidad a los activos con los que cuenta el cuerpo de bomberos.
		3. Preparar formatos de mantenimiento.
		4. Diligenciar los formatos de cada uno de los activos.
		5. Diseñar un aplicativo en Excel para la gestión del mantenimiento.
		6. Emplear los formatos en el aplicativo para la gestión del mantenimiento.
7. Capacitar a al cuerpo de bomberos sobre el plan de gestión de mantenimiento.		

2. Enfoques referenciales

2.1 Enfoque conceptual

Análisis de criticidad

El análisis de criticidad proporciona un método para indicar qué equipos son prioridad en cualquier conjunto de procesos o sistemas que necesiten ser jerarquizados, con el fin de facilitar la administración de los recursos destinados a la preservación de los activos (Mendoza, 2000).

Para determinar la criticidad en un equipo se deben establecer criterios con cierto valor de importancia, la suma de estos criterios compone lo que se conoce como consecuencia y se debe conocer la frecuencia o probabilidad de ocurrencia de los fallos, el producto de estos dos parámetros ofrecerá un valor con el cual catalogar el nivel de criticidad del equipo, como se muestra en la ecuación:

$$\text{Criticidad} = \text{Consecuencia} * \text{Probabilidad de ocurrencia}$$

El resultado final del análisis anterior permite determinar la jerarquización del sistema. En la Figura 2 se muestra un modelo básico de cómo realizar un análisis de criticidad.

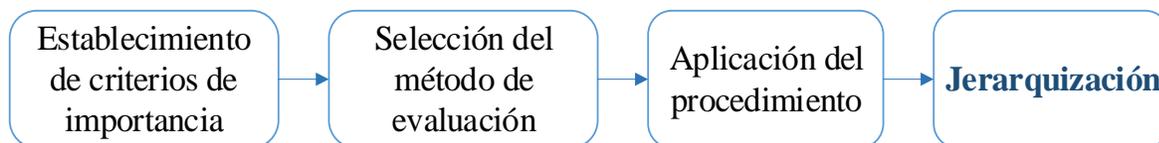


Figura 2. Modelo básico de análisis de criticidad
Fuente: Huerta Mendoza (2006).

Mantenimiento

El mantenimiento es el conjunto de actividades que tiene como función mantener los equipos en buen estado y en funcionamiento a través del tiempo y procurando el menor costo posible, con el fin de que siga prestando se servicio y hacer cumplir las metas propuestas en la organización o empresa (Padilla Valdez, 2012).

Codificación

La codificación es una combinación alfanumérica que otorga a los equipos o máquina un

nombre con el cual identificarlas y una forma de ubicarlas más ágilmente, esto permite tener un control y conocimiento sobre estos, de forma que se pueda identificar información técnica o llevar un seguimiento en cualquier procedimiento, análisis y documento o formato en el que se registre (Villamizar Cruz, 2004).

Gestión de calidad

Son un conjunto de acciones y herramientas destinadas a evitar errores en procesos de producción y en productos y servicios obtenidos mediante el mismo.

Trata de garantizar la calidad en los procesos por el cual se obtienen productos o se prestan servicios, mas no en los productos en sí. Conlleva una importante gestión documental y el conocimiento de esta por todos los responsables y directivos que participen en los procesos de una u otra manera, con el fin de que se conozcan en todo momento las desviaciones o errores que se puedan presentar (Amaya Gómez, 2019).

2.2 Enfoque legal

Para el desarrollo del trabajo y lo que pretende abarcar, se estudiaran las siguientes normas que son necesarias para la gestión del mantenimiento y todo lo que implica.

Norma ISO 14224

Esta norma provee las bases estándares para la recolección, especificación y certificación de calidad de la información de los datos de mantenimiento para las áreas de perforación, producción, refinación y transporte de petróleo y gas natural a través de ductos, sin embargo, no se ve limitada para su aplicación en otro tipo de industrias. El análisis de los datos permitirá cuantificar la confiabilidad de un equipo y los parámetros para su respectivo mantenimiento.

Tiene como objetivo:

- Especificar los datos que serán recolectados para el análisis del diseño y configuración del sistema; seguridad, confiabilidad y disponibilidad de sistemas y plantas; costo del ciclo de vida; planeación, optimización y ejecución del mantenimiento.
- Especificar los datos en un formato estandarizado con la finalidad de permitir el intercambio de información de confiabilidad y mantenimiento entre plantas, propietarios, fabricantes y contratistas; asegurar que la información de confiabilidad y mantenimiento posee la suficiente calidad para el análisis deseado (ISO 14224, 2016).

Norma ISO 55001

Es una norma internacional que especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de activos en organizaciones de todo tipo y tamaño, destinada a usarse principalmente en activos físicos, aunque aplicable a cualquiera de otro tipo (ISO 55001, 2014).

Norma ISO 9001

Establece los requisitos para los sistemas de gestión de calidad (SGC) de procesos y la mejora de los mismo. Es una decisión estratégica, para cualquier organización, que ayuda a mejorar el desempeño y proporcionar iniciativas de desarrollo sostenible.

Dentro de los beneficios potenciales de implementar un SGC están la capacidad para proporcionar regularmente productos y servicio que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables; facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente; abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos; la capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del SGC especificados (ICONTEC, 2015).

3. Información de cumplimiento de trabajo

3.1 Presentación de resultados

3.1.1 Describir la normativa requerida para la gestión de mantenimiento en equipos y vehículos de bomberos aplicado al Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Orito.

3.1.1.1 Reconocer las normas que son necesarias para la gestión del mantenimiento y las referentes a la normativa bomberil.

Para estandarizar los procedimientos y el manejo de la información que se va a generar en el Cuerpo de Bomberos, se identificaron diferentes normas que serán de gran utilidad en el desarrollo del plan de gestión de mantenimiento.

3.1.1.2 Recabar información sobre las normas requeridas para la gestión del mantenimiento de vehículos y equipos de bomberos.

Norma ISO 14224

Tiene como objetivo la estandarización internacional de los datos de mantenimiento, con el fin de facilitar el intercambio de la información, usarla de manera confiable y tomar decisiones en cuanto a la labor de mantenimiento. Esta norma está diseñada y nace de la industria petrolera, petroquímica y de gas natural, queriendo lograr confiabilidad en los datos del mantenimiento en sus instalaciones, pero puede extenderse y aplicarse en cualquier otra industria (GARCÉS & ROMERO POSSO, 2012).

Norma SAE JA1011

Esta Norma SAE para Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) está destinada a ser utilizada por cualquier organización que tenga o haga uso de activos o sistemas físicos que desee administrar de manera responsable (Society of Automotive Engineers, 1999).

Resolución 661 del 26 de junio de 2014

Por la cual se adopta el reglamento administrativo, operativo, técnico y académico de los Bomberos de Colombia (MININTERIOR, 2014).

3.1.1.3 Distinguir las definiciones de cada norma que se tendrán en cuenta para la gestión del mantenimiento en el cuerpo de bomberos.

De las normas anteriormente mencionadas, se extrajeron las definiciones que serán de utilidad para realizar el plan de gestión de mantenimiento, de igual modo se tuvo en cuenta la normatividad de los Cuerpos de Bomberos que establece la ley colombiana. A continuación, se presentan cada una de ellas:

Norma ISO 14224

Para seleccionar los datos más relevantes a recolectar de los equipos, fallas y datos de mantenimiento, con el fin de utilizarlos en los formatos de mantenimiento, se extrajo de la norma la siguiente información:

1) Datos del equipo

La descripción de un equipo está caracterizada por lo siguiente:

- Datos de clasificación, p.ej. instalación, clasificación, ubicación, sistema.
- Atributos del equipo, p.ej. datos del fabricante, características del diseño.
- Datos operacionales, p.ej. modo operativo, energía operativa, ambiente.

Para ver en mayor detalle los datos de equipo ver Tabla 4

Tabla 4
Datos de equipo

Categorías	Datos a registrar	Descripción
Identificación	Localización del equipo	-Número de Etiqueta del Equipo.
	Clasificación	-Clase a la que pertenece la unidad de equipo, -Tipo de equipo. -Aplicación.
	Datos de la instalación	-Código o nombre de la instalación. -Categoría de la instalación; Por ejemplo: Plataforma, submarina, refinería. -Categoría de la operación; Por Ej. Controlada en forma manual, por control remoto.
	Datos de la unidad de equipo	-Descripción de la unidad de equipo (Nomenclatura) -Número Único; Por Ej. El Número de serie -Redundancia de subunidades; por Ej. El número de subunidades redundantes
Diseño	Datos del fabricante	-Nombre del fabricante. -Diseño del modelo del fabricante.
	Características del diseño	-Relevantes para cada clase de Equipo: Su capacidad, poder, velocidad, -Presión.
Aplicación	Operación	-El modo en que se encuentra mientras se está en estado de operación: funcionamiento continuo, reposo, si normalmente está cerrado/ abierto, intermitente. -Fecha de instalación del equipo o la fecha en que inició la Producción. -Periodo de inspección. -El tiempo de operación Acumulado que tomó el período de inspección. -El número de demandas aplicables que se recibieron durante la inspección. -Parámetros de operatividad relevantes para cada clase de equipo: potencia de operación, velocidad de operación.
	Factores Ambientales	-Condiciones ambientales (Severas, moderadas, benignas). -Condiciones internas (Severas, moderadas, benignas).
	Comentarios	-Está permitido utilizar información adicional en texto libre. -Fuente de los datos: diagramas de procesos e instrumentación, hoja de datos, sistema de mantenimiento.

Nota: Tomado y adaptado de (ISO 14224:2016, 2016). Petroleum, petrochemical and natural gas industries – collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment.

2) Datos de falla

Estos datos están caracterizados por lo siguiente:

- Datos de identificación, p.ej. número de registro de falla y equipo relacionado que ha tenido la falla.

- Datos de falla o la caracterización de una falla p.ej. datos de falla, ítems defectuosos, impacto de falla, modo de falla, causa de falla, método de detección de falla.

Para ver en mayor detalle los datos de falla ver Tabla 5.

3) Datos de mantenimiento

Estos datos están caracterizados por lo siguiente:

- Datos de identificación, p.ej. número del registro de mantenimiento, falla relacionada y/o registro de equipo.

- Datos de mantenimiento, parámetros que caracterizan una acción de mantenimiento, p.ej. fecha del mantenimiento, categoría del mantenimiento, actividad del mantenimiento, impacto el mantenimiento, ítems mantenidos.

- Recursos de mantenimiento, horas hombre de mantenimiento por disciplina y total, herramientas/ recursos aplicados.

Para ver en mayor detalle los datos de mantenimiento ver Tabla 6.

Tabla 5
Datos de falla

Categorías	Datos a registrar	Descripción
Identificación	Registro de falla.	-Identificación de registro de falla único.
	Identificación/ubicación del equipo.	-P.ej. número de etiqueta.
Datos de falla	Fecha de falla.	-Fecha de detección de falla (año/mes/día)
	Impacto de falla en la seguridad de la planta (p.ej. personal, medioambiental, activos).	-Categorización cualitativa y cuantitativa de consecuencia de falla.
	Impacto de falla en la operación de la planta (p.ej. producción, perforación intervención).	-Categorización cualitativa y cuantitativa de consecuencia de falla.
	Impacto de falla en la función del equipo.	-Efecto en la función de unidad del equipo: falla crítica, degradada, o incipiente
	Causa de falla.	-Las circunstancias durante el diseño, fabricación o uso que han conducido a una falla.
	Subunidad en falla.	-Nombre o subunidad en falla.
	Componente/Ítem mantenible(s) en falla.	-Nombre del componente/ítem mantenible en falla.
	Método de detección.	-Como se detectó la falla.
Observaciones	Fase operacional en falla.	-Tipo de operación al momento de falla.
	Información adicional.	-Proporcionar más detalles, si están disponibles, acerca de las circunstancias que conducen a la falla: falla de unidades redundantes, causas de falla etc.

Nota: Tomado y adaptado de (ISO 14224:2016, 2016). Petroleum, petrochemical and natural gas industries – collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment.

Tabla 6
Datos de mantenimiento

Categorías	Datos a registrar	Descripción
Identificación	Registro de mantenimiento.	-Identificación de mantenimiento único.
	Identificación/ubicación del equipo.	-Ej. número de etiqueta.
	Registro de falla.	-Correspondiente al registro de identificación de falla (no es relevante para el mantenimiento preventivo).
Datos de Mantenimiento	Fecha del mantenimiento.	-Fecha cuando fue realizada la acción de mantenimiento o planificada (fecha de inicio).
	Categoría de mantenimiento.	-Categoría principal (correctiva, preventiva).
	Prioridad del mantenimiento.	-Prioridad alta, media o baja.
	Intervalo (planeado).	-Calendario o intervalo operativo (no relevante para mantenimiento correctivo).
	Actividad de mantenimiento.	-Descripción de la actividad de mantenimiento.
	Impacto en planta de las operaciones de mantenimiento.	-Cero, parcial o total.
	Subunidad mantenida.	-Nombre de la subunidad mantenida. (puede ser omitido del mantenimiento preventivo).
	Componente/ítem mantenible(s).	-Especificar el componente/ítem mantenible(s) que estuvo en mantenimiento (se puede omitir del mantenimiento preventivo).
	Ubicación de repuestos.	-Disponibilidad de repuestos (p.ej. fabricante local/a distancia).
Tiempos de Mantenimiento	Tiempo de mantenimiento activo.	-Duración de tiempo para trabajos de mantenimiento activo que se realizan en el equipo.
	Retrasos/problemas del mantenimiento.	-Causas de tiempo de parada prolongado, p.ej. logística, clima, andamiaje, falta de repuestos, retraso en las reparaciones.
Observaciones	Información adicional	-Entregar más detalles, si están disponibles, en la acción de mantenimiento y los recursos utilizados

Nota: Tomado y adaptado de (ISO 14224:2016, 2016). Petroleum, petrochemical and natural gas industries – collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment.

También se extrajo de esta norma una forma de jerarquizar los equipos para su posterior análisis y desglose en las tablas de actividades y formatos de mantenimiento, esta jerarquía se realiza mediante la taxonomía mostrada en la Figura 3, la pirámide taxonómica está dividida en múltiples niveles, estos niveles permiten dividir en mayor detalle los elementos de los equipos.

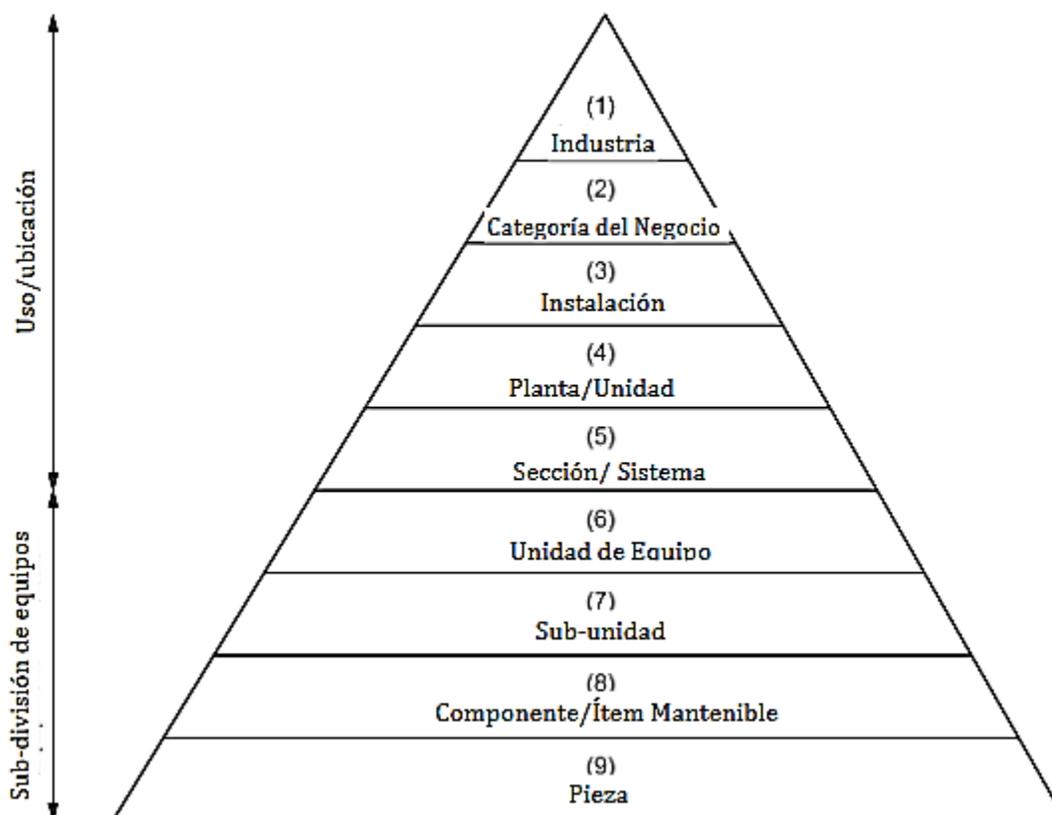


Figura 3. Pirámide Taxonómica de equipos

Fuente: ISO 14224

Norma SAE JA1011

Se recurrió a esta norma para establecer los criterios de consecuencia que se tendrán en cuenta en el análisis de criticidad de los activos, con el fin de determinar su importancia dentro de las operaciones de la institución, estos se describen a continuación:

- Consecuencias de fallo: La manera en que los efectos de un modo de fallo o una materia de fallo múltiple (la evidencia de fallo, impacte en la seguridad, el ambiente, la capacidad operacional, dirige, y los costos de la reparación indirectos).

- Consecuencias no-operacionales:

Una categoría de consecuencias de fallo que no afectan seguridad, el ambiente, o funcionamientos adversamente, pero sólo requiere reparación o reemplazo de cualquier ítem(s) eso puede afectarse por el fallo.

- Consecuencias operacionales: Una categoría de consecuencias de fallo que adversamente afectan la capacidad operacional de un recurso físico o sistema (el rendimiento, calidad del producto, servicio del cliente, capacidad militar, o los costos que opera además del costo de reparación) (Society of Automotive Engineers, 1999).

- Consecuencias de seguridad: Un modo de fallo o el fallo múltiple tiene las consecuencias de seguridad si pudiera dañar o podría matar a un ser humano.

Resolución 661 del 26 de Junio de 2014

Con el fin de brindar una organización a los activos del cuerpo de bomberos, se recurrió a esta resolución para tener en cuenta el reglamento de los Bomberos de Colombia, comenzando con una categorización de los vehículos:

Vehículos

1) Máquinas contra incendios

1.1) Máquina de intervención rápida

Vehículo contraincendios que cuenta con bomba permanente (al menos 250 GPM), tanque de agua de mínimo 200 gal y máximo 500 gal y manguera, cuyo principal objetivo es iniciar un ataque de extinción de incendios; entre otros tipos de emergencias como apoyo, con capacidad de transporte de equipos especializados y personal idóneo en todas las asignaciones para todo tipo de servicios bomberiles.

1.2) Máquina extintora

Vehículo contraincendios que cuenta con bomba permanente de 750 GPM, 1.000 GPM o 1.250 GPM certificada, tanque de agua de 1.000 gal y mangueras, cuyo principal objetivo es luchar contra los incendios estructurales; entre otros tipos de emergencias como apoyo, con capacidad de transporte de equipos especializados y personal idóneo en todas las asignaciones para todo tipo de servicios bomberiles.

1.3) Máquina interface

Vehículo de extinción de incendios estructurales y forestales, el Interface urbano/ rural se puede operar en terrenos de difícil acceso debido a su tracción, corta distancia entre ejes y su cuerpo robusto y compacto; cuenta con un tanque para agua y bomba certificada, con capacidad de transporte de equipos especializados y personal idóneo en todas las asignaciones para todo tipo de servicios bomberiles.

1.4) Máquina de alturas

Máquina contraincendios con bomba permanente de al menos 1.000 GPM, tanque de agua de mínimo 300 Gl, área de almacenamiento de mangueras, cuyo principal objetivo es servir de doble propósito, máquina de bombero y escalera.

1.5) Carrotanque (Cisterna)

Vehículo contra incendios diseñado principalmente para el transporte de agua para abastecimiento en incendios. Equipado con tanque de agua con capacidad mínima de 800 Gl.

2) Vehículos contra incendios o de apoyo

Este tipo de vehículos brindan soporte tanto a emergencias tales como rescates, incendios forestales, como también traslados de personal, a continuación, está su clasificación:

2.1) Unidad forestal

2.2) Vehículo de rescate

2.3) Vehículo de apoyo

2.4) Tráiler (tipo de remolques)

A su vez se obtuvieron los niveles de emergencia que pueden ser atendidos por el cuerpo de bomberos y los procedimientos a realizar en respuesta a los tipos de percances:

Emergencias nivel 1

Eventos o incidentes frecuentes, sin posibilidades de expansión o generación de riesgos conexos, afectación baja sobre la población. El período operacional es muy corto, generalmente de una o dos horas y en ningún caso es superior a 8 horas.

Este tipo de emergencias normalmente no alteran la funcionalidad del municipio y no demandan la intervención directa del consejo municipal de gestión del riesgo.

Emergencias nivel 2

Eventos o incidentes de menor frecuencia, sin posibilidades de expansión o generación de riesgos conexos, afectación baja sobre la población, que requiere para su atención de la participación del cuerpo de bomberos y otras entidades operativas del sistema de gestión del

riesgo. Demanda, por lo tanto, de la coordinación interinstitucional a través de un PMU (Puesto de Mando Unificado) coordinado por el comandante del incidente. El período operacional es corto, menor a 8 horas.

La capacidad técnica y operativa del cuerpo de bomberos es suficiente para el control y cierre de la emergencia. En caso de necesitarse evaluaciones técnicas especializadas o soporte logístico adicional este es tramitado a través del coordinador departamental de bomberos o la Dirección Nacional de Bomberos.

Este tipo de emergencias normalmente son registradas por los medios de comunicación de nivel local, no alteran la funcionalidad del municipio y es usual que demanden solamente la atención del CMGRD (Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres).

Emergencias nivel 3

Eventos o incidentes de baja frecuencia que tienen un impacto importante sobre un sector del municipio o de la ciudad, espacialmente puede ser en uno o más sectores, usualmente afecta a un número importante de familias (varias decenas), puede expandirse o generar riesgos conexos, pero puede ser controlado.

En la atención de este tipo de emergencias participa los cuerpos de bomberos el departamento y de las entidades operativas del CDGRD (Consejo Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres), la capacidad técnica y logística del municipio es suficiente y el período operacional es normalmente mayor de 8 horas, pero menor de 48 horas.

Este tipo de emergencia son registradas tanto por medios de comunicación locales como nacionales. Su manejo demanda el apoyo de la delegación departamental y del coordinador departamental de bomberos y del CDGRD. En este nivel en algunas ocasiones se declara la calamidad pública.

Emergencias nivel 4

Eventos o incidentes de muy baja frecuencia que tienen un impacto importante sobre sectores amplios de la ciudad o municipio que por las consecuencias ocasionadas tiene un efecto sobre percepción social de todos los habitantes. Espacialmente puede ser en uno o más sectores, usualmente afecta a un número importante de familias (varias decenas) e incluye víctimas (muertos o heridos) en decenas. Puede expandirse o generar riesgos conexos, pero puede ser controlado.

En la atención de este tipo de emergencias participan cuerpos de bomberos del departamento y con el apoyo de algunos grupos especializados de bomberos de otras delegaciones. La capacidad técnica y logística del departamento es suficiente, aunque dependiendo de la naturaleza del evento se puede requerir asistencia técnica especializada o soporte logístico adicional del nivel regional, nacional o internacional. El período operacional en estos casos es mayor de 48 horas.

Este tipo de emergencias constituyen una noticia nacional y es registrada por algunos medios internacionales. En este nivel es apoyado por la Dirección Nacional de Bomberos. En estos casos es común la participación de algunos miembros del Gobierno Nacional. En estos casos se declara calamidad pública.

Emergencias nivel 5

Eventos extremos (sismo de gran magnitud) que tienen un impacto importante sobre sectores muy amplios de la ciudad y la región, afectando su funcionalidad, número elevado de muertos, heridos y damnificados, impacto sobre la economía de la ciudad, la región y la Nación. Genera eventos conexos (explosiones, incendios, deslizamientos, fugas, derrames) y el control de la situación es muy complejo. En estos casos usualmente en las primeras horas se pueden

presentar problemas gobernabilidad en algunos sectores del municipio o ciudad.

Esta es una situación de calamidad pública o desastre nacional y, por lo tanto, su manejo corresponde a la Dirección Nacional de Bomberos y de la UNGRD (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres). Exige el despliegue de toda la capacidad técnica y operativa de los Bomberos de Colombia, y de las entidades del SNGRD (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres), así como de cooperación internacional (MININTERIOR, 2014).

Para mayor información sobre las emergencias que pueden ser atendidas según el nivel de emergencia, ver Tabla 7.

Tabla 7
Emergencias según el nivel

Emergencias según el nivel		
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
– Incendio estructural sin presencia de materiales peligrosos.	– Incendios forestales sin afectación a la población.	– Atentado terrorista.
– Accidente vehicular sin afectación mayor a bienes y personas.	– Rescate en montaña.	– Inundaciones.
– Daños en redes de servicios públicos.	– Deslizamientos pequeños sin afectación a la población.	
– Encharcamientos.		
Nivel 4	Nivel 5	
– Sismo mediana magnitud.	– Sismo de gran magnitud.	
– Accidente aéreo urbano.		
– Incendios forestales con amplia cobertura.		

Nota: Obtenido y adaptado de Resolución 661 de 2014. Por la cual se adopta el reglamento administrativo, operativo, técnico y académico de los Bomberos de Colombia.

3.1.2 Realizar un diagnóstico sobre el mantenimiento y su planeación en los equipos y vehículos del cuerpo de bomberos voluntarios de Orito.

3.1.2.1 *Buscar información sobre la metodología y obtención de resultados de autoanálisis para determinar la situación de la dependencia.*

Se recabó información sobre los métodos de diagnóstico para la dependencia en diferentes tesis donde se realizaban procedimientos similares y en libros referentes al tema, con el fin de conocer los temas y argumentos que son necesarios emplear en el cuestionario de autoanálisis para obtener un resultado veraz, el cual pueda analizarse y tomar las medidas que se ajusten a las necesidades del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Orito.

En la Tabla 8 se pueden evidenciar los temas y subtemas principales que son indispensables para la elaboración del cuestionario de autoanálisis, estos permitirán formular las preguntas de manera más específica.

Tabla 8
Sistema estructural del cuestionario de autoanálisis

Tema	Subtema
Organización general	Organización y estructura. Planificación, coordinación y control. Funciones y responsabilidades.
Métodos y sistemas de trabajo	Planificación. Métodos y procedimientos. Documentación y archivo.
Control técnico de instalaciones y equipos	Inventario. Codificación. Hojas de vida. Documentación clasificada. Priorización de actividades
Gestión de carga de trabajo	Acciones de mantenimiento. Planeación de Trabajo. Órdenes de Trabajo.

Tabla 8
Continuación

Tema	Subtema
Sistemas Informáticos	Software especializado. Sistema informático. Hardware.
Organización del taller del mantenimiento.	Espacio asignado por secciones. Herramientas, Transporte y Utillaje.
Documentación técnica	Fichas técnicas. Planos. Manuales de operación y mantenimiento. Documentación clasificada.
Personal y formación	Dirección y control de actividades. Formación. Seguridad y prevención. Entrenamiento.
Contratación	Servicio empresas contratistas.
Control de la actividad	Plan de mantenimiento preventivo. Informes. Indicadores. Eficiencia. Costos del mantenimiento.

Nota: Tomado y adaptado de (Martinez Roa, 2017). Programa maestro de mantenimiento preventivo para la empresa I.M. Ingeniería y mecanizados S.A.S.

3.1.2.2 Emplear un cuestionario de autoanálisis para conocer el estado actual del mantenimiento en el cuerpo de bomberos.

Para el modelo del cuestionario de autoanálisis, se tomaron y adaptaron, del libro “Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. (González, 2004)” y de la tesis “Programa maestro de mantenimiento preventivo para la empresa I.M. Ingeniería y mecanizados S.A.S.”, preguntas de diferentes temas, divididas en diferentes bloques de interés (Ver Tabla 9), estas mostrarán de manera contundente la situación actual en el cuerpo de bomberos (Ver Apéndice A). Cada pregunta tiene una respuesta única y los resultados obtenidos en cada bloque se analizarán para determinar el diagnóstico del área de mantenimiento.

Tabla 9
Fragmento del cuestionario de autoanálisis

D. GESTIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO	No	Más	Ni	Más	Sí
		bien no	sí no	bien sí	
1. ¿Tienen Uds. un programa establecido de mantenimiento preventivo (acciones preventivas, periodicidad, carga de trabajo)?					
2. ¿Disponen Uds. de fichas escritas de mantenimiento preventivo?					
3. ¿Existe algún responsable del conjunto de las acciones de mantenimiento preventivo (en términos de control y de actualización)?					
4. ¿Tienen los operadores de los equipamientos responsabilidades en materia de ajuste y mantenimiento de rutina?					
5. ¿Existe algún documento que permita informar y seguir toda intervención que se utilice sistemáticamente para todo trabajo?					
6. ¿Disponen Uds. de una planificación semanal o periódica de distribución de los trabajos?					
Total: (240 puntos posibles)					

Nota: Para facilitar su posterior análisis, las respuestas tienen un valor que corresponde a la importancia de estas dentro del cuestionario, No = 0, Más bien no = 10, Ni sí ni no = 20, Más bien sí = 30, Sí = 40. Tomado y adaptado de González Fernández (2004). Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión.

3.1.2.3 *Analizar los resultados obtenidos para inferir conclusiones sobre la situación existente.*

Para facilitar el análisis de las puntuaciones obtenidas en el cuestionario, se procedió a registrar los datos en una tabla (Ver Tabla 10) y para obtener una visión más clara y dar conclusiones y exponer de forma explícita la situación existente, con dicha tabla y el software Microsoft Excel se realizó la representación gráfica de dichos datos (Ver Figura 4).

Tabla 10
Resultados obtenidos

Bloque	Puntuación máxima	Puntuación media	Puntuación obtenida
A. Organización general	240	120	0
B. Métodos y los sistemas de trabajo	360	180	80
C. Control técnico de instalaciones y equipos	320	160	120
D. Gestión de la carga de trabajo	240	120	80
E. Sistemas informáticos	200	100	40
F. Organización del taller de mantenimiento	160	80	40
G. Documentación técnica	160	80	0
H. Personal y formación	280	140	160
I. Contratación externa	200	100	80
J. Planificación y control de la actividad	160	80	0

Fuente: El autor

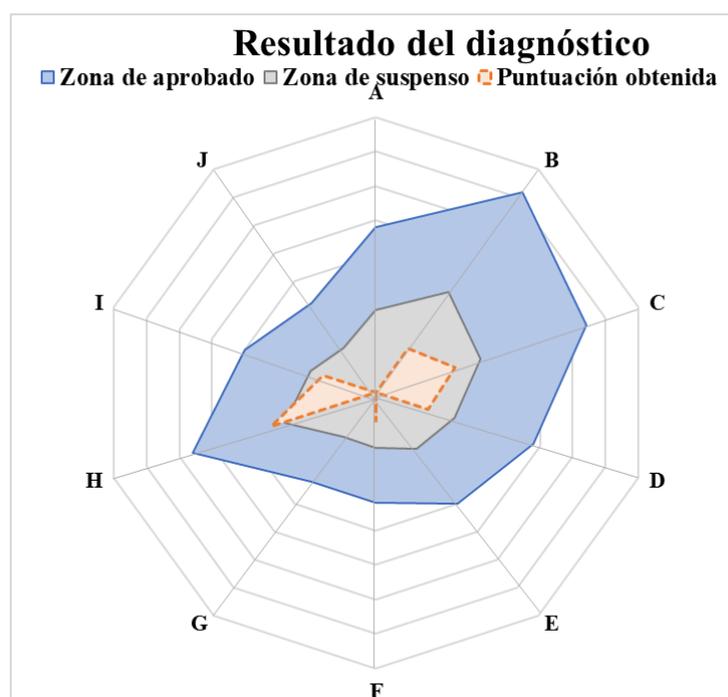


Figura 4. Resultado del diagnóstico

Fuente: El autor

Como se puede apreciar en la Figura 4, existen tres zonas identificadas por un color, la zona azul corresponde a la zona de aprobado, como su nombre lo indica, es la zona en la que se considera que un bloque de interés está en condiciones aceptables de ejecución y está delimitada por la puntuación máxima obtenible en el cuestionario en un bloque determinado, la zona gris concierne a la zona de suspenso o no aprobado, los bloques ubicados en esta zona son a los que se debe prestar más interés para lograr su mejora, su delimitación corresponde a la mitad de la puntuación máxima obtenible y se recomienda considerar en esta zona a los bloques que están justo en los límites exteriores de la misma, por último, la zona naranja es la puntuación obtenida en cada uno de los bloques del cuestionario.

La situación que presenta el cuerpo de bomberos se encuentra, en su mayoría, en la zona de suspenso, es claro que todos estos temas son de alerta, pues sin ellos no se lograría un proceso adecuado en cuanto a sus labores, tanto en operaciones internas, como en la atención de emergencias a la comunidad.

En cuanto a los bloques A, E, H y J, se obtuvo un resultado muy desfavorable, como se aprecia en la Figura 3, estos tuvieron una valoración de cero, lo cual es claramente un signo de alarma, la falta de estos elementos perjudica el buen estado y operación de sus equipos, lo que dificulta, a su vez, la prestación del servicio de la institución. El bloque H se encuentra en una puntuación aceptable, el resto de los bloques que no se han mencionado, se encuentra en la zona de suspenso.

El diagnóstico también se centró en conocer las distintas áreas en las que están distribuidos los equipos y vehículos del cuerpo de bomberos, estas se detallan en las Figuras 5 y 6, y están representadas por las zonas sombreadas.

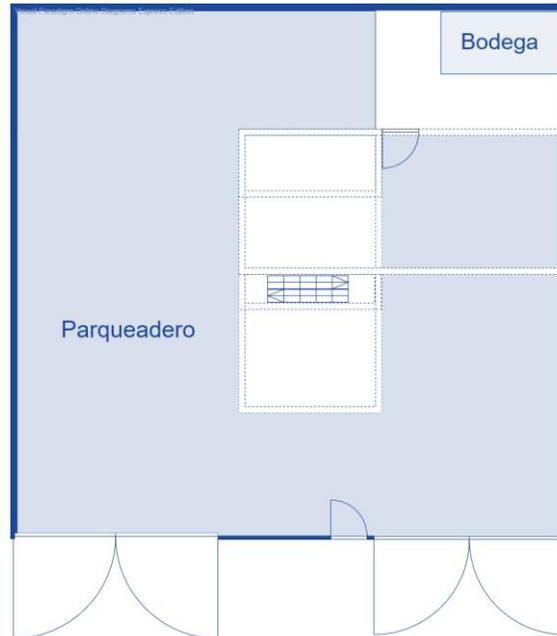


Figura 5. Plano del primer piso

Fuente: El autor

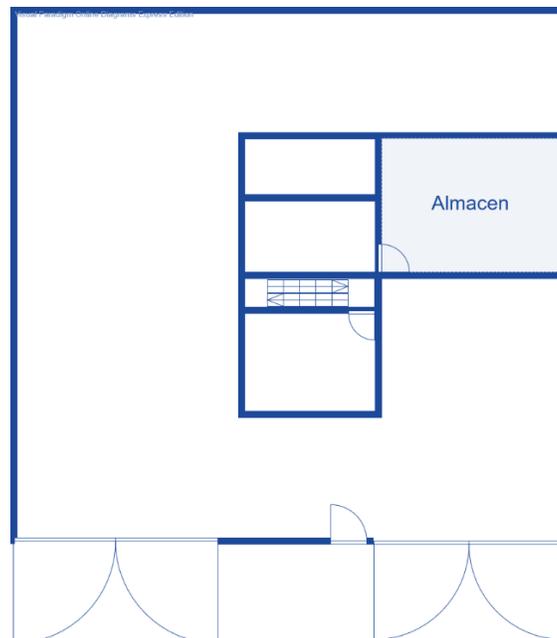


Figura 6. Plano del segundo piso

Fuente: El autor

Con el procedimiento anterior se registraron también los vehículos con los que cuenta el cuerpo de bomberos y, junto con la información recolectada de las normas, se procedió a clasificarlos de acuerdo a su categoría y a los niveles de emergencia que pueden ser atendidos.

Tabla 11
Clasificación de los vehículos del cuerpo de bomberos

Máquinas extintoras			
Vehículo	Clasificación	Nivel de emergencia	Ubicación
Chevrolet NQR	Máquina de intervención rápida	1 y 2	Parqueadero
Chevrolet Kodiak	Carrotanque (Cisterna)	1, 2, 3 y 4	Parqueadero
Simon Duplex	Máquina extintora	1, 2, 3, 4 y 5	Parqueadero
Chevrolet C70	Máquina extintora	1, 2, 3	Parqueadero
Vehículos contraincendios o de apoyo			
Vehículo	Clasificación	Nivel de emergencia	Ubicación
Chevrolet C30	Vehículo de rescate	1 y 2	Parqueadero
Mazda B2200	Vehículo de intervención rápida	1, 2 y 3	Parqueadero
Mazda D2600	Vehículo de intervención rápida	1, 2 y 3	Parqueadero
Suzuki GN125	Vehículo de apoyo	1	Parqueadero
Honda XL200	Vehículo de apoyo	1	Parqueadero
Suzuki DR650	Vehículo de apoyo	1	Parqueadero
Suzuki DR650	Vehículo de apoyo	1	Parqueadero
Suzuki DR650	Vehículo de apoyo	1	Parqueadero
Yamaha DT175	Vehículo de apoyo	1	Parqueadero

Fuente: El autor

Los vehículos por sí solos no otorgan al cuerpo de bomberos la capacidad de atender cualquier emergencia, en muchas ocasiones se necesitan de equipos de apoyo especializados, la institución cuenta con los que se enlistan a continuación:

- Equipos de corte

Tabla 12
Equipos de corte

Equipos de corte					
Equipo	Marca	Modelo	Cantidad	Ubicación	¿En funcionamiento?
Motosierra	STHIL	MS382	2	Almacén	Sí
Motosierra			1	Bodega	Sí
Desbrozadora			1	Bodega	Sí

Fuente: El autor

- Equipos de bombeo y compresores

Tabla 13
Equipos de bombeo y compresores

Equipos de bombeo y compresores					
Equipo	Marca	Modelo	Cantidad	Ubicación	¿En funcionamiento?
Motobomba	Hale	APMG 50-26	1	Parqueadero	Sí
Motobomba	Rosenbauer	Fox	1	Parqueadero	Sí
Motobomba	Hi-Force	10 hp	1	Parqueadero	Sí
Fumigadora	STHIL	SR420	3	Almacén	Sí
Compresor	RAGER	MPFL24	1	Parqueadero	Sí

Fuente: El autor

3.1.3 Demostrar la aplicabilidad del plan de gestión de mantenimiento propuesto.

3.1.3.1 Codificar los activos que se encuentran en el cuerpo de bomberos.

La codificación, como se mencionó anteriormente, es la identificación que reciben los equipos o máquinas, facilitando su identificación y localización, tiene ciertos criterios a tener en cuenta, esta no puede tener dos códigos iguales, puesto que un código identifica a un único equipo y debe ser lo más entendible y corta posible (Villamizar Cruz, 2004).

Existen dos formas de codificar un equipo, la primera es mediante un sistema de codificación no significativo, el cual es solo un número o código pero que no aporta mayor información que la identificación de este, el otro es un sistema de codificación significativo, en el que el código establecido otorga cierta información, por ejemplo, el área o ubicación de este. En la Figura 7 se puede apreciar la estructura básica de una codificación significativa.

XXX – YYY - ####	XXX	YYY	####
	Area	Nombre del Equipo	Numero Correlativo

Figura 7. Codificación estándar recomendada

Fuente: Villamizar Cruz (2004).

Se registraron y realizaron tablas de las áreas y de los tipos de equipos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Orito por separado para facilitar su codificación, estas se presentan a continuación:

Tabla 14
Código por área

Área	Código
Almacén	A
Bodega	B
Parqueadero	P

Fuente: El autor

Tabla 15
Código por equipo

Tipo de equipo	Código
Motobomba	B
Motosierra	S
Compresor	C
Desbrozadora	D
Fumigadora	F

Fuente: El autor

Teniendo en cuenta las Tablas 14 y 15, se procedió a realizar la codificación completa de todos los equipos de la estación, como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16
Codificación de los equipos

Equipo	Marca	Modelo	Área	Código
Motobomba	HALE	APMG 50-26	P	PB-1
	Rosenbauer	FOX	P	PB-2
	Hi-Force	10 hp	P	PB-3
Motosierra	STIHL	MS382	A	AS-1
	STIHL	MS382	A	AS-2
Compresor	RAGER	MPFL24	P	PC-1
Fumigadora	STIHL	SR420	A	AF-1
	STIHL	SR420	A	AF-2
	STIHL	SR420	A	AF-3

Fuente: El autor

Para el caso de los vehículos, la mayoría ya contaban con una codificación interna, por ello, se le asignó a los que faltaban un código con la misma estructura y siguiendo la serie existente, como se evidencia a continuación:

Tabla 17
Codificación del parque automotor

Vehículo	Código
Chevrolet C70	M-1
Chevrolet Kodiak	M-2
Chevrolet C30	M-3
Suzuki GN125	M-4
Simon Duplex	M-5
Mazda D2600	M-6
Chevrolet NQR	M-7
Mazda B2200	M-8
Honda XL200	M-9
Suzuki DR650	M-10
Suzuki DR650	M-11
Suzuki DR650	M-12
Yamaha DT175	M-13

Fuente: El autor

3.1.3.2 Realizar un análisis de criticidad a los activos con los que cuenta el cuerpo de bomberos.

Para determinar el nivel de importancia de los activos dentro de la institución se seleccionaron y adaptaron una serie de preguntas con diferentes criterios que permitirán una jerarquización de cada uno de estos (Ver Tabla 18), con el fin de facilitar las acciones de mantenimiento y la distribución de los recursos destinado a ello.

Tabla 18
Factores de criticidad

Frecuencia	
Frecuencia	Frecuencia de falla
	Frecuente (Más de 3 eventos al mes)
	Probable (1-3 eventos al mes)
	Posible (1 evento en 3 meses)
	Improbable (1 evento en 1 año)
Sumamente improbable (Menos de un evento en 2 años)	
Consecuencia	
C. De falla	Costos de reparación (Mensuales)
	Costos superiores a \$ 300.000
	Costos entre \$ 200.001 y \$ 300.000
	Costos entre \$ 100.001 y \$ 200.000
	Costos entre \$ 50,000 y \$ 100.000
	Costos inferiores a \$ 50.000
	Horas de parada (Mensuales)
	Mayor a 3 horas
	Entre 1 y 3 horas
	Menor a 1 hora
C. De seguridad	Impacto en la seguridad
	Riesgo mortal
	Riesgo leve
	Influencia relativa
Sin impacto en la seguridad	

Tabla 18
Continuación

C. Operacio- nales	Influencia en el servicio		Calificación
	Detiene la prestación del servicio		5
	Influencia importante		4
	Influencia relativa		2
	No interviene en el proceso principal		1
	Tasa de utilización del equipo		Calificación
	Se utiliza todo el tiempo		5
	Se utiliza periódicamente		3
	Casi no se utiliza		1
	Equipo auxiliar		Calificación
Sin posibilidad de reemplazo, única existencia		5	
Se cuenta con equipo similar		3	
Se cuenta con otro equipo igual		1	

Fuente: El autor

Para facilitar la comprensión de los valores obtenidos del cuestionario anterior, se construyó previamente una matriz que identifica los niveles de criticidad de acuerdo a unos criterios de calificación (Ver Figura 8), estos se determinaron dividiendo en tres partes el valor máximo obtenible de la siguiente manera:

Crítico: $60 \leq \text{valores} \leq 150$, color rojo.

Importante: $30 \leq \text{valores} < 60$, color amarillo.

Prescindible: $5 \leq \text{valores} < 30$, color verde.

FRECUENCIA	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150		
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120		
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90		
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60		
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
		CONSECUENCIA																											

Figura 8. Matriz de criticidad

Fuente: El autor

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos para cada uno de los equipos, se construyó una tabla que evidencia los valores obtenidos (Ver tabla 19).

Tabla 19

Nivel de criticidad de cada uno de los activos

Equipo/Vehículo	Código	Ponderación				CR
		F	CF	CS	CO	
Compresor RAGER MPFL24	PC-1	4	9	2	9	80
Carro tanque Chevrolet Kodiak	M-2	3	5	3	14	66
Máquina de intervención rápida Chevrolet NQR	M-7	2	10	5	11	52
Vehículo de rescate Chevrolet C30	M-3	3	9	3	5	51
Vehículo intervención rápida Mazda D2600	M-6	2	10	5	10	50
Vehículo intervención rápida Mazda B2200	M-8	2	10	5	8	46
Máquina extintora Simon Duplex	M-5	3	6	3	5	42
Vehículo de apoyo Yamaha 175	M-13	2	9	3	7	38
Vehículo de apoyo Suzuki DR650	M-11	2	8	5	5	36
Vehículo de apoyo Suzuki DR650	M-10	2	8	3	5	32
Vehículo de apoyo Suzuki DR650	M-12	2	8	3	5	32
Motobomba Hi Force 10 hp	PB-3	2	6	1	9	32
Vehículo de apoyo Honda XL200	M-9	2	8	3	3	28
Vehículo de apoyo Suzuki GN125	M-4	2	6	3	5	28
Motobomba HALE APMG 50-26	PB-1	1	10	5	13	28
Motosierra STIHL MS382	AS-1	2	6	5	3	28
Motosierra STIHL MS382	AS-2	2	6	5	3	28
Máquina extintora Chevrolet C70	M-1	2	6	2	5	26
Fumigadora STIHL SR420	AF-1	2	3	2	5	20
Fumigadora STIHL SR420	AF-2	2	3	2	5	20
Fumigadora STIHL SR420	AF-3	2	3	2	5	20
Motobomba Rosenbauer FOX	PB-2	1	8	1	9	18

F= Corresponde a la frecuencia de falla.

CF= Corresponde a la sumatoria de las consecuencias de falla.

CS= Corresponde a la consecuencia de seguridad.

CO= Corresponde a la sumatoria de las consecuencias de operacionales.

CR= Corresponde a la criticidad.

Fuente: el autor

Como se puede apreciar en la Tabla 19, el cuerpo de bomberos posee dos activos críticos, estos corresponden a los que no tienen un equipo similar que pueda suplantarlos en caso de avería, el resto de los activos se distribuyen en criticidades importantes y prescindibles, en general, el panorama es

alentador, esto debido a que cuando ocurre una falla existen otros equipos que pueden reemplazar al averiado, y la frecuencia de falla en promedio es baja.

3.1.3.3 Preparar formatos de mantenimiento.

Los formatos de mantenimiento se adaptaron de acuerdo a los propuestos en el libro “Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión, (Garrido, 2003)” y se apoyó en la norma ISO 14224 para estandarizar los datos que son necesarios dentro de estos.

Inventario de activos

El inventario de activos es una lista en la que se registrarán los equipos y máquinas, con su respectiva identificación, con los que cuenta el Cuerpo de Bomberos.

Tabla 20
Inventario de activos

 CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS ORITO 				
INVENTARIO				
Número de equipos:				
Equipo	Marca	Modelo	Placa	Código

Fuente: El autor

Ficha técnica

En este formato se muestran, de manera simplificada, las características técnicas que poseen los activos de la institución, y sirven como guía informativa para la ejecución de actividades de mantenimientos.

Tabla 21
Ficha técnica

FICHA TÉCNICA			
Código:	Tipo:	<i>Clase de activo</i>	Marca:
Modelo:	Criticidad:		
Placa:	Año de adquisición:		
Fabricante/proveedor:			
Descripción del equipo			<i>Imagen del equipo o vehículo</i>
<i>Descripción breve de acuerdo a su funcionalidad</i>			
Especificaciones técnicas			
Recomendaciones			
<i>Información que cree pertinente anexar</i>			

Fuente: El autor

Orden de trabajo

Es un documento en el que se informa y registra información sobre las tareas de mantenimiento y sirve como base para reunir los datos relevantes de cada operación y que se incluyen en el historial de intervenciones.

Tabla 22
Orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO			
Fecha:	Fecha de finalización:	N° O.T:	
Equipo:		Código:	
Tipo de mantenimiento:	Prioridad:		
Trabajos:	Trabajos a realizar		

Tabla 22
Continuación

Servicio o Trabajo	Observación	Tiempo	Costo	
Piezas o materiales	Observación	Cantidad	Precio Unit.	Total
			Total:	
Observaciones:				
Responsable:		Autorizado por:		
<i>Firma</i>		<i>Firma</i>		
Teléfono:		Teléfono:		

Fuente: El autor

Historial de intervenciones.

Es una tabla en la que se almacenan los registros de las intervenciones realizadas de cada equipo.

Tabla 23
Hoja de vida

HOJA DE VIDA:

N° OT.	Fecha	Equipo/Vehículo	Marca	Modelo	Código

Fuente: El autor

Tablas de mantenimiento

Son tablas en donde se establecen las programaciones de las actividades de mantenimiento para cada tipo de activo.

Tabla 24

Tabla de mantenimiento

TIPO DE EQUIPO		
Componente	Actividad de mantenimiento	Frecuencia

3.1.3.4 *Diligenciar los formatos de cada uno de los activos.*

Para las fichas técnicas se recolectó la información necesaria estipulada por la norma ISO 14224, donde se reúnen los datos básicos técnicos necesarios que deben estar contenidas dentro de estas.



CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS ORITO



FICHA TÉCNICA					
Código:	AS-1	Tipo:	Motosierra	Marca:	STHIL
Modelo:	MS382	Nivel de criticidad:	importante		
Placa:		Año de adquisición:	2019		
Fabricante/proveedor:	STHIL				
Descripción del equipo					
Motosierra para trabajos de poda y tala. Ideal en labores de reforestación. Es muy robusta para las máximas exigencias y tiene una excelente relación peso/potencia.					
Especificaciones técnicas					
Cilindrada: 72.2 cm ³ , Potencia= 3.9 kW, Peso: 6.2 kg, Relación peso potencia: 1.6 kg/kW, Paso de cadena: 3/8"					
Recomendaciones					

Figura 9. Ficha técnica Motosierra AS-1

Fuente: El autor

También se elaboraron tablas de mantenimiento para cada tipo de equipo y vehículo, basándose en los catálogos de estos y en tesis relacionadas, estos se muestran a continuación.

Tabla 25

Tabla de mantenimiento para compresores

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA COMPRESORES				
Tareas o labores de mantenimiento	Antes de comenzar el trabajo	Tras finalizar el trabajo	100 horas	300 horas
Limpieza de todo el equipo		X		
Limpieza y/o reemplazo el filtro de entrada			X	
Cambio de aceite				X
Drenaje del condensado del depósito		X		
Conexiones de aire	X			

Tabla 26

Tabla de mantenimiento para generadores

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA GENERADORES						
Componente	Tareas o labores de mantenimiento	Cada 8 h.	Cada 50 h.	Cada 200 h.	Cada 500 h.	Cada 1000 h.
Máquina completa	Limpie el generador y compruebe los pernos y las tuercas	X				
Aceite del motor	Comprobar y rellenar	X				
	Cambiar		X			
Filtro de aire	Limpiar		X			
	Sustituir			X		
Filtro de combustible	Limpiar			X		
	Limpiar		X			
Bujía	Limpiar y ajustar los electrodos			X		
	Reemplazar				X	
Parachispas	Limpiar		X			
Culata de cilindros	Extraer la carbonilla				X	
Válvulas	Comprobar y ajustar				X	
Carburador	Comprobar				X	
	Ajustar				X	
Líneas de combustible	Reemplazar					X
	Compruebe el interruptor	X				
Motor	Reemplace la montura					X
	Revisión general					X
Receptáculos de CA	Comprobar	X				
Terminal de CC	Comprobar	X				
Monitor múltiple	Comprobar	X				
Rotor	Comprobar					X
Estator	Comprobar					X

Nota: El primer cambio de aceite debe realizarse después de las primeras veinte (20) horas de operación. A partir de entonces, deberá cambiar el aceite cada cien (50) horas. Antes de cambiar el aceite, busca una forma adecuada de eliminar el aceite usado. No lo tire por conductos de aguas residuales, sobre la tierra ni a corrientes de agua. El cambio de aceite puede variar según la tasa utilización del equipo, compruebe el estado de este y cambie si es necesario.

Tabla 27

Tabla de mantenimiento para fumigadoras

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA FUMIGADORAS										
Componente	Tareas o labores de mantenimiento	Antes de comenzar el trabajo	Tras finalizar el trabajo o diariamente	Tras cada llenado del depósito	Semanalmente	Mensualmente	Anualmente	En caso de avería	En caso de daños	Si lo requiere su estado
Máquina completa	Control visual (estado, estanqueidad)	X		X						
	Limpiar		X							
Empuñadura de mando	Comprobación de funcionamiento	X		X						
Filtro de aire	Limpiar							X		
	Sustituir								X	
Bomba manual de combustible (En caso de estar disponible)	Comprobar	X								
	Reparar por un distribuidor especializado								X	
Cabezal de aspiración en el depósito de combustible	Comprobar							X		
	Sustituir						X			
Depósito de combustible	Limpiar					X				
	Comprobar el ralentí	X								
Carburador	Reajustar el ralentí									X
	Reajustar la distancia entre electrodos							X		
Bujía	Sustituir cada 100 horas de servicio									
	Control visual		X							
Abertura de aspiración para aire de refrigeración	Limpiar				X					
	Comprobar									X
Rejilla parachispas en el silenciador (En caso de estar disponible)	Limpiar o bien sustituir							X		
	Reapretar									X
Tornillos y tuercas accesibles (Excepto tornillos de ajuste)	Control visual (estado, estanqueidad)	X								
	Limpiar		X							

Tabla 28

Tabla de mantenimiento para desbrozadora

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA DESBROZADORAS										
Componente	Tareas o labores de mantenimiento	Antes de comenzar el trabajo	Tras finalizar el trabajo o diariamente	Tras cada llenado del depósito	Semanalmente	Mensualmente	Anualmente	En caso de avería	En caso de daños	Si lo requiere su estado
Máquina completa	Control visual (estado, estanqueidad)	X		X						
	Limpiar		X							
Empuñadura de mando	Comprobación del funcionamiento	X		X						
	Limpiar	X		X						
Filtro de aire	Sustituir									X
	Comprobar	X								
Bomba manual de combustible (en caso de estar disponible)	Repara por un distribuidor especializado								X	
	Comprobar por un distribuidor especializado					X				
Cabezal de aspiración en el depósito de combustible	Sustituir por un distribuidor especializado						X		X	X
	Limpiar					X				
Depósito de combustible	Comprobar el ralentí, la cadena no deberá moverse	X		X						
	Ajustar el ralentí	X		X						
Carburador	Reajustar la distancia entre electrodos	X								
	Sustituir cada 100 horas de servicio									X
Bujía	Control visual									
	Limpiar				X					
Aberturas de aspiración para aire de refrigeración	Limpiar por un distribuidor especializado							X		X
	Limpiar cada 150 horas de servicio por el distribuidor especializado		X		X					X

Tabla 29

Tabla de mantenimiento para motobombas

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA MOTOBOMBAS									
Subunidad	Pieza o componente	Tareas o labores de mantenimiento	Tras finalizar el trabajo	Diario o cada 8 horas	Primer mes o 20 horas	Antes de la operación	Cada 3 meses o 50 horas	Cada 6 meses o 100 horas	Cada año o 300 horas
Bomba	Tuercas y tornillos	Limpiar y comprobar		X					
	Orificio de succión y descarga	Comprobar si hay presencia de fugas		X					
	Voluta	Limpiar	X						
Motor	Aceite de motor	Comprobar el nivel	X						
		Cambiar			X		X		
	Aceite de transmisión	Comprobar el nivel			X	X			X
		Comprobar		X					
	Filtro de aire	Limpiar					X ⁽²⁾		
		Reemplazar							X
		Exterior de la cultivadora	Comprobar	X					
	Funcionamiento de la palanca del acelerador	Comprobar	X						
	Apriete de pernos y tuercas	Comprobar	X						
	Conexiones y cables	Comprobar	X						
	Operación del motor	Comprobar	X						
	Taza de sedimentos	Limpiar						X	
	Bujía	Comprobar-ajustar						X	
		Reemplazar							X
	Aplicación de grasa	Comprobar el nivel				X			
	Correa de transmisión	Comprobar-ajustar			X ⁽⁴⁾⁽⁵⁾			X ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	
	Cable del acelerador	Comprobar-ajustar							X
	Cable del embrague	Comprobar-ajustar			X ⁽⁴⁾			X ⁽⁴⁾	
	Velocidad de ralentí	Comprobar-ajustar							X ⁽⁴⁾
	Holgura de válvulas	Comprobar-ajustar							X ⁽⁴⁾

Tabla 26
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA MOTOBOMBAS									
Subunidad	Pieza o componente	Tareas o labores de mantenimiento	Tras finalizar el trabajo	Diario o cada 8 horas	Primer mes o 20 horas	Antes de la operación	Cada 3 meses o 50 horas	Cada 6 meses o 100 horas	Cada año o 300 horas
Motor	Cámara de combustión	Limpiar					Después de cada 500 horas ⁽³⁾ ⁽⁴⁾		
	Depósito y filtro de combustible	Limpiar						X ⁽⁴⁾	
	Tubo de combustible	Comprobar					Cada 2 años (reemplazar si es necesario) ⁽⁴⁾		

(1) El tiempo de comprobación y el tiempo de cambio varían según la condición de utilización.
 (2) Haga este trabajo con más frecuencia cuando utilice el motor en lugares polvorientos.
 (3) Para aplicaciones comerciales, registre las horas de funcionamiento para determinar los intervalos apropiados para el mantenimiento.
 (4) El servicio de estas partes deberá realizarlo su concesionario de servicio, a menos que usted disponga de las herramientas adecuadas y posea suficientes conocimientos mecánicos. Consulte el manual de taller Honda para ver los procedimientos de servicio.
 (5) Compruebe que no haya grietas ni desgaste anormal en la correa, y reemplácela si está anormal.
 (6) Aplique grasa a la parte del pasador del punto de apoyo de la palanca del embrague y a su contorno para que no se oxide con el tiempo (4)

Tabla 30
 Tabla de mantenimiento para motocicletas

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA MOTOCICLETAS										
Componente	Tareas o labores de mantenimiento	1000 Km	3000 Km	6000 Km	9000 Km	12000 Km	15000 Km	18000 Km	21000 Km	24000 Km
Exosto	Apretar tuercas			X		X		X		X
Filtro de aire	Limpiar	X	X	X	X	X		X	X	X
	Reemplazar						X			
Válvulas	Inspeccionar y limpiar	X				X				X
	Inspeccionar y limpiar	X		X				X		X
Bujía	Reemplazar					X				
	Inspeccionar y limpiar	X	X		X		X		X	
Juego cable acelerador (guaya)	Inspeccionar y limpiar	X	X		X		X		X	
Manguera de combustible	Inspeccionar y limpiar	X	X		X		X		X	
		Reemplazar cada 4 años								
Embrague	Inspeccionar y limpiar	X	X				X			X
	Reemplazar				X			X		
Aceite de motor		Reemplazar cada 3000 a 4000 km								
Filtro de aceite	Reemplazar	X				X				X
Ahogador de chispa (capuchón)	Limpiar	X		X		X		X		X
Kit arrastre (cadena transmisión, piñón delantero y piñón trasero)	Inspeccionar y limpiar	X	X	X		X	X		X	X
	Reemplazar				X			X		
Frenos (pastillas delanteras y bandas de frenos)	Inspeccionar y limpiar	X		X		X		X		X
		Reemplazar cada 4000 km								
Manguera de frenos	Inspeccionar y limpiar	X		X		X		X		X
		Reemplazar cada 4 años								

Tabla 27
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA MOTOCICLETAS										
Componente	Tareas o labores de mantenimiento	1000 Km	3000 Km	6000 Km	9000 Km	12000 Km	15000 Km	18000 Km	21000 Km	24000 Km
Líquido de frenos	Inspeccionar y limpiar			X		X		X		X
	Reemplazar cada 2 años									
Dirección (rodamiento delanteros y traseros)	Inspeccionar y limpiar					X				X
	Inspeccionar y limpiar	X		X		X		X		X
Llantas	Reemplazar cada 10000 km									
	Inspeccionar y limpiar					X				X
Suspensión trasera	Inspeccionar y limpiar					X				X
Motor y del chasis.	Apretar pernos y tuercas	X	X		X		X		X	

Tabla 31
 Tabla de mantenimiento para camiones

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONES											
Sistema	Tareas o labores de mantenimiento	Semanal	Mensual	5000 Km	10000 Km	15000 Km	20000 Km	25000 Km	30000 Km	35000 Km	40000 Km
Motor	Cambio de aceite y filtro			X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisar niveles de aceite	X									
	Cambio de filtro de aire			X	X	X	X	X	X	X	X
	Reemplazo de filtro de combustible				X		X		X		X
	Cambio de la correa						X				
	Cambio de refrigerante						X				
	Revisar niveles de refrigerante	X									
Frenos	Lubricar bomba de vacío				X		X		X		X
	Revisar niveles de líquido de frenos	X									
	Cambio de líquido de frenos						X				X
Dirección	Reemplazo de bandas de freno				X		X		X		X
	Lubricar articulaciones de la dirección			X	X	X	X	X	X	X	X
	Rotación de los neumáticos				X		X		X		X
Transmisión	Alineación y balanceo				X		X		X		X
	Lubricar mecanismo de control de caja de velocidades			X	X	X	X	X	X	X	X
	Reemplazo de aceite engranaje diferencial (Eje trasero)						X				X
	Revisar niveles de líquido de embrague										
Suspensión	Reemplazo de líquido de embrague						X				X
	Lubricar pasadores de resorte			X	X	X	X	X	X	X	X
	Ajustar grapas de suspensión						X				X

Tabla 28
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONES											
Sistema	Tareas o labores de mantenimiento	Semanal	Mensual	5000 Km	10000 Km	15000 Km	20000 Km	25000 Km	30000 Km	35000 Km	40000 Km
	Limpieza al sistema de aire acondicionado						X				X
	Revisar presión de neumáticos	X									
Otros	Revisar voltaje y borne de la batería		X								
	Revisar recorrido y juego libre del pedal de freno		X								
	Reparaciones en la carrocería y tapicería						X				X

Tabla 32

Tabla de mantenimiento para camionetas

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONETAS							
Sistema	Subsistema	Tareas o labores de mantenimiento	Diario	5000 Km	6000 Km	40000 Km	
Motor	Lubricación	Cambio de aceite de motor			X		
		Cambio de filtro de aceite			X		
		Cambio de filtros de combustible			X		
		Cambio de filtros de aire			X		
		Verificar fugas			X		
	Refrigeración	Revisión de nivel		X			
		Revisión de mangueras y abrazaderas		X			
		Revisión de panel de radiador e intercooler					X
		Revisión de Bomba de refrigerante				X	
		Cambio de refrigerante					X
		Cambio de filtro de refrigerante					X
	Combustible	Revisión de tuberías y mangueras de combustible				X	
		Revisión del tanque de combustible (Fugas)				X	
	Inyección	Verificar fugas de Combustible en tuberías y toberas				X	
		Revisión del circuito de cebado o purga				X	
	Correas de accesorios	Verificar tensión y estado de todas las correas de servicio				X	
		Cambio de correa					X
		Revisión de patines de tensores				X	
	Correa de repartición	Cambio de la correa de repartición					X
		Cambio de patín tensor					X
		Cambio de retenedores de árbol de levas					X
		Cambio de retenedor de cigüeñal					X
	Ajustes	Verificar soportes de motor				X	
Verificar calibración de Válvulas						X	
Sistema hidráulico	Bomba de dirección	Verificar humedad o fugas de aceite hidráulico en bomba de dirección			X		

Tabla 29
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONETAS						
Sistema	Subsistema	Tareas o labores de mantenimiento	Diario	5000 Km	6000 Km	40000 Km
Sistema hidráulico	Bomba de dirección	Verificar humedad o fugas de aceite hidráulico en mangueras de la bomba de dirección			X	
		Verificar humedad o fugas de aceite hidráulico en depósito y tapa del depósito			X	
	Filtro	Cambio del Filtro de aceite hidráulico				X
	Depósito o tanque	Verificar la presencia de humedad o fugas en Depósito / tanque de aceite hidráulico			X	
	Manómetros de presión de Aceite hidráulico	Verificar funcionamiento del manómetro de presión de Aceite Hidráulico	X			
Sistema neumático	Compresor	Verificar nivel de líquido de frenos		X		
	Mangueras	Verificar el estado de las mangueras y tuberías del sistema hidráulico		X		
		Verificar la presencia de fugas de líquido de frenos o perforaciones en las mangueras		X		
		Verificar que las mangueras no estén obstruidas o machacadas		X		
Sistema de A/A (C/A)		Verificar el funcionamiento del compresor		X		
		Verificar que el sistema este enfriando		X		
		Verificar el flujo de aire		X		
		Verificar tensión de correa		X		
Sistema eléctrico	Batería	Verificar nivel del electrólito		X		
		Limpiar bornes		X		
		Verificar ajuste de masa		X		
		Verificar carga		X		
		Verificar la fijación de la batería		X		
	Rotar baterías		X			
Alternador o planta	Verificar tensión o corriente		X			

Tabla 29
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONETAS						
Sistema	Subsistema	Tareas o labores de mantenimiento	Diario	5000 Km	6000 Km	40000 Km
Sistema eléctrico	Alternador o planta	Verificar tensión de correa		X		
	Dispositivos sonoros (pitos) (C/A)	Verificar funcionamiento de pito	X			
		Verificar funcionamiento de pito de reverso	X			
		Verificar funcionamiento display y dispositivo sonoro en cabina	X			
	Cableado	Verificar que los ramales de cables estén debidamente fijados y encintados		X		
Sistema de arranque	Arranque	Verificar funcionamiento del Bendix	X			
		Verificar funcionamiento de relé del arranque o Automático	X			
Sistema electrónico		Verificar Funcionamiento de la UCE y del motor en On	X			
Sistema de iluminación		Verificar el funcionamiento de todas las luces	X			
Sistema de embrague		Verificar altura del pedal del embrague	X			
		Verificar guaya o mecanismo de accionamiento de embrague	X			
		Verificar cojinete de aislamiento (balinera)	X			
		Verificar la presencia de humedad o fuga de líquido de frenos de la bomba auxiliar del embrague		X		
		Verificar la presencia de humedad o fuga de líquido de frenos de la bomba del embrague		X		
		Verificar los soportes de la caja		X		
Sistema transmisión		Verificar los niveles de aceite		X		
		Verificar la presencia de humedad o fugas de aceite		X		
		Verificar que los cambios entren o engranen bien		X		
		Verificar estado de las crucetas de la junta del cardán		X		
		Verificar estado de la Balinera de centro		X		
Sistema de Diferencial		Verificar humedad o fuga de aceite		X		
		Verificar Humedad o fuga de aceite por ejes y campanas		X		

Tabla 29
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONETAS							
Sistema	Subsistema	Tareas o labores de mantenimiento	Diario	5000 Km	6000 Km	40000 Km	
Sistema de Diferencial		Verificar nivel de aceite		X			
		Verificar juego del Speed		X			
		Verificar ajuste de Corona y Speed		X			
		Verificar fisuras, grietas en el troque o housing		X			
Carrocería	Exterior	Verificar presencia de corrosión en pisos		X			
		Verificar presencia de corrosión en costados y láminas		X			
		Verificar entradas de agua o polvo		X			
		Verificar cierre y ajuste de puertas		X			
		Verificar cierre y ajuste del capot		X			
		Verificar fijación de espejos retrovisores		X			
		Verificar fijación de silletería		X			
		Verificar estado de la tapicería		X			
		Verificar pasamanos y apoya pies		X			
		Verificar estado de los panorámicos		X			
		Verificar estado de vidrios y ventanas		X			
		Limpiabrisas	Verificar el funcionamiento del limpiabrisas		X		
	Verificar funcionamiento de los grifos del agua al panorámico			X			
	Sistema de frenos		Verificar nivel de Líquido de frenos		X		
			Verificar altura del pedal de freno		X		
Verificar el retorno del pedal de freno				X			
Verificar funcionamiento del freno de emergencia				X			
Verificar humedad o fuga de líquido de frenos					X		
Verificar alturas de asbestos o bandas / pastillas				X			
Verificar desgaste en discos de freno				X			
Sistema de suspensión	Elementos móviles	Verificar desgastes en campanas de frenos			X		
		Verificar estado de amortiguadores delanteros y traseros			X		

Tabla 29
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONETAS								
Sistema	Subsistema	Tareas o labores de mantenimiento	Diario	5000 Km	6000 Km	40000 Km		
Sistema de suspensión	Elementos móviles	Verificar el estado de terminales		X				
		Verificar el estado de rótulas		X				
		Verificar el estado de brazos axiales		X				
		Verificar estado de espirales Del. Y Tras.		X				
		Verificar el estado de los sprinder		X				
		Verificar cauchos de barras de torsión		X				
		Verificar cauchos de barras estabilizadoras		X				
	Llantas y rines	Verificar estado y desgaste de las llantas (3mm de labrado min.)			X			
		Verificar que cada uno de los rines estén apoyados con todos los espárragos, tuercas, tornillos o pernos			X			
		Verificar que los rines no presenten agrietamiento o golpes que puedan poner en riesgo la operación del automotor			X			
		Verificar llanta de repuesto	X					
		Verificar bases de amortiguadores			X			
		Verificar estado y condición de los soportes de los muelles			X			
		Verificar bujes de los muelles			X			
		Verificar estado de los muelles (hojas partidas)			X			
		Verificar brazo pitman o caja compensadora			X			
		Verificar guardapolvos de las puntas homocinéticas			X			
		Verificar puntas homocinéticas			X			
		Sistema de dirección	Caja de dirección	Verificar la fijación de la caja de la dirección		X		
				Verificar juego del sinfín		X		
Caña de la dirección	Verificar juego de la caña de la dirección			X				
		Verificar estado del caucho de la caña de la dirección		X				
Engrase		Realizar engrase de todas las partes móviles y de fricción		X				

3.1.3.5 Diseñar un aplicativo en Excel para la gestión del mantenimiento.

Se programó el aplicativo en Excel mediante Visual Basic, este software posee un lenguaje de programación básico, con mucha información en la web y adaptable a los productos Microsoft Office, lo que facilitó el desarrollo del programa que apoyará la gestión de mantenimiento en el Cuerpo de Bomberos.



Figura 10. Ventana inicial del aplicativo.

Fuente: El autor

En la Figura 9 se puede apreciar la pantalla inicial del aplicativo en Excel, desde aquí se puede acceder a la parte central del programa, en la que se gestionan los formatos de mantenimiento, mediante el botón “Gestión del mantenimiento”, la ventana que se despliega de la acción anterior se observa en la Figura 10.



Figura 11. Ventana de la gestión del mantenimiento
Fuente: El autor

El botón “Acerca del software” despliega la ventana que muestra la información del aplicativo (Ver Figura 11), en esta se evidencia su finalidad, el autor y la imagen institucional del cuerpo de bomberos.



Figura 12. Acerca del aplicativo
Fuente: El autor

3.1.3.6 Emplear los formatos en el aplicativo para la gestión del mantenimiento.

Para facilitar la gestión de los equipos y vehículos en el Cuerpo de Bomberos Voluntarios Orito, se emplearon los formatos de inventario, ficha técnica, orden de trabajo e historial de intervenciones en el complemento de Excel, Visual Basic, como se muestra a continuación.

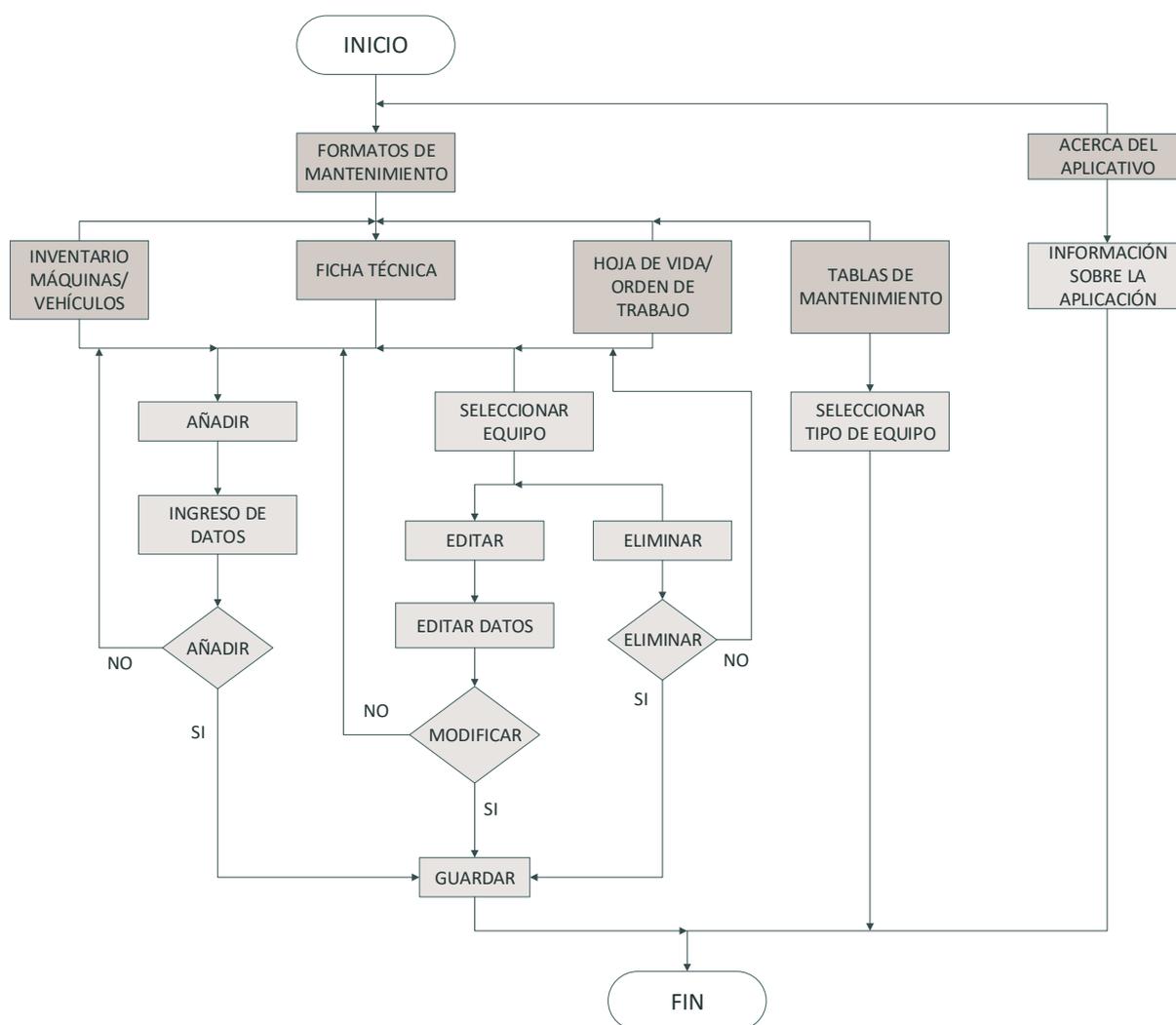


Figura 13. Diagrama de flujo del proceso del aplicativo desarrollado

Fuente: El Autor

En la Figura 13 se puede apreciar el proceso esquemático de cómo funciona el aplicativo, de esta forma se pretende facilitar la comprensión de su funcionamiento, este plano sirvió de base para desarrollar el aplicativo.



Figura 14. Base de datos del inventario

Fuente: El autor

En la Figura 14 se observa la base de datos del inventario, la opción “Añadir” y “Editar” abren otra pestaña donde se puede agregar o modificar un nuevo equipo o vehículo, tal como se muestra en la Figura 15.



Registro de nuevo equipo/vehículo

Equipo:

Marca:

Modelo:

Placa:

Código:

Añadir 

Modificar 

Salir 

Figura 15. Registrar/modificar equipo o vehículo
Fuente: El autor

Es importante aclarar que para editar o eliminar un registro se debe seleccionar previamente cualquiera de estos, de lo contrario al accionar estos botones el aplicativo avisará que tiene que seleccionar alguno. Todas las acciones que modifiquen de alguna forma la información en las bases de datos de todos los formatos se guardarán automáticamente.

La base de datos de las fichas técnicas es similar a la de inventarios, pero en esta las opciones de “Añadir” y “Editar” están en ventanas distintas, como se muestra en las Figuras 16 y 17.

Fichas técnicas					
Buscar:		<input type="text"/>			
PB-3	Motobomba	Hi-Force	10HP	<input type="button" value="Añadir"/>  <input type="button" value="Editar"/>  <input type="button" value="Eliminar"/>  <input type="button" value="Imprimir"/>  <input type="button" value="Regresar"/> 	
PC-1	Compresor	RAGER	MPFL24		
AF-1	Fumigadora	STIHL	SR420		
AF-2	Fumigadora	STIHL	SR420		
AF-3	Fumigadora	STIHL	SR420		
AS-2	Motosierra	STIHL	MS382		
AS-1	Motosierra	STIHL	MS382		
PB-1	Bomba	HALE	APMG 50-26		
M-8	Vehículo de int	Mazda	B2200 2002		
M-10	Vehículo de ap	Suzuki	DR 650		
M-11	Vehículo de ap	Suzuki	DR 650		
M-12	Vehículo de ap	Suzuki	DR 650		
M-7	Máquina de int	Chevrolet	NQR 2016		
M-2	Carrotanque	Chevrolet	KODIAK 211 2		
M-13	Vehículo de ap	Yamaha	DT 175		
M-9	Vehículo de ap	Honda	XL200 2006		
M-4	Vehículo de ap	Suzuki	GN 125 2011		

Figura 16. Base de datos fichas técnicas

Fuente: El autor

Las fichas técnicas se llenan con información que sirva para conocer más a fondo el activo, desde la ventana de añadir o editar se puede seleccionar el código de los equipos presentes en el inventario y la información que esté también en este último se llenará automáticamente, también se añade la opción de añadir una imagen al registro, esta también puede ser editada y se recomienda que sea en formato jpg.

Añadir ficha técnica	
Código: <input type="text"/>	Tipo de equipo: <input type="text"/>
Marca: <input type="text"/>	Modelo: <input type="text"/>
Nivel de criticidad: <input type="radio"/> Crítico <input type="radio"/> Importante <input type="radio"/> Prescindible	
Año de adquisición: <input type="text"/>	Placa: <input type="text"/>
Fabricante/Proveedor: <input type="text"/>	
Descripción del equipo: <input type="text"/>	
Especificaciones técnicas: <input type="text"/>	
Recomendaciones: <input type="text"/>	
Cargar imagen:	
<input type="text"/>	
<input data-bbox="1268 705 1300 739" document="" icon"="" type="button" value="Seleccionar 	
<input data-bbox="1316 1131 1348 1164" document="" icon"="" type="button" value="Añadir 	
<input arrow="" back="" data-bbox="1340 1209 1372 1243" icon"="" type="button" value="Regresar 	

Figura 17. Añadir ficha técnica

Fuente: El autor

En la ventana de la Figura 18 se puede apreciar el proceso de modificación de un registro, la información ya almacenada se carga en las casillas correspondientes y sólo basta con cambiar alguna de esta y presionar el botón guardar para que sea modificado el registro.

Editar ficha técnica	
Código: <input type="text" value="AS-1"/>	Tipo de equipo: <input type="text" value="Motosierra"/>
Marca: <input type="text" value="STIHL"/>	Modelo: <input type="text" value="MS382"/>
Nivel de criticidad: <input type="radio"/> Crítico <input type="radio"/> Importante <input type="radio"/> Prescindible	
Año de adquisición: <input type="text"/>	Placa: <input type="text"/>
Fabricante/Proveedor: <input type="text" value="STIHL"/>	
Descripción del equipo: <input type="text" value="Motosierra robusta de buen rendimiento."/>	
Especificaciones técnicas:	
Cilindrada: 72,2 cc Potencia: 5,3 CV – 3,9 kW Peso: 6,2 Kg Relación peso potencia: 1,6 Kg/kW Paso de cadena: 3/8"	
Recomendaciones:	
<input type="text"/>	
<input type="button" value="Guardar"/>  <input type="button" value="Regresar"/> 	

Imagen:



Figura 18. Editar ficha técnica

Fuente: El autor

La base de datos que se puede apreciar en la Figura 19 corresponde al registro de las ordenes de trabajo efectuadas, esta lista puede utilizarse como hojas de vida de los activos, basta con dirigirse a la barra de búsqueda y especificar un activo en concreto para que aparezcan todas las intervenciones realizadas a este y al seleccionar alguna se mostrarán los procedimientos realizados.

Figura 19. Base de datos de ordenes de trabajo

Fuente: El autor

La orden de trabajo funciona de la misma forma que la ficha técnica, pero este formato tiene muchos más campos debido a que debe registrarse la mayor cantidad de información posible de las intervenciones realizadas a los activos (Ver Figura 20).

Figura 20. Generar o modificar las ordenes de trabajo

Fuente: El autor

Desde la ventana de tablas de mantenimiento (Ver figura 21), se selecciona el tipo de equipo y se mostrará su tabla de mantenimiento correspondiente, estas tablas se obtuvieron de los catálogos de los equipos y se pueden apreciar en el Apéndice E.

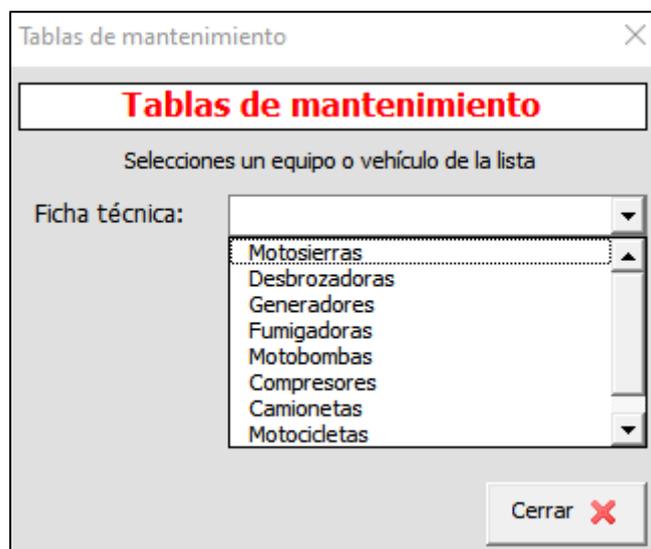


Figura 21. Selección de tablas de mantenimiento

Fuente: El autor

Los formatos de mantenimiento pueden ser impreso mediante el botón “Imprimir” que aparece en las ventanas, esta opción mostrará una vista previa antes de imprimir definitivamente.

3.1.3.7 Capacitar a al cuerpo de bomberos sobre el plan de gestión de mantenimiento.

Se expuso a todo el personal del cuerpo de bomberos lo realizado en la pasantía, se explicó el uso del aplicativo y lo que conlleva la implementación del plan de gestión de mantenimiento, también se respondieron las dudas que fueron surgiendo y se les otorgó un manual de uso del aplicativo, en el que se incluye su configuración inicial y su funcionamiento en general.



Figura 22. Evidencia de capacitación 1



Figura 23. Evidencia de capacitación 2

4. Diagnóstico final

El cuerpo de bomberos voluntarios de Orito Putumayo, en un comienzo no contaba con ningún tipo de procedimiento enfocado a actividades de mantenimiento para sus activos, tampoco se llevaba un registro de las intervenciones que realizaban al momento de presentarse fallas en estos, con la implementación del plan de gestión de mantenimiento y el uso del aplicativo desarrollado, se puede llevar un control de las tareas o labores de mantenimiento, así como tener conocimiento del estado y ubicación de sus activos.

Mediante el uso constante de lo elaborado en la institución, se podrá tener a los equipos y vehículos en condiciones de operación para atender las emergencias que llegasen a presentarse, dando un servicio eficiente a la comunidad.

5. Conclusiones

De las normas consultadas se tomaron en cuenta las definiciones de cada una que se ajustaban a lo requerido para el desarrollo de la pasantía, estas permitieron recolectar la información que era necesaria y organizar y normalizar los datos que fueron recaudados.

Mediante el cuestionario de autoanálisis enfocado al área de mantenimiento se pudo conocer más a fondo la situación que presentaba la dependencia en el cuerpo de bomberos, permitiendo una orientación a los asuntos que se encontraban con debilidades.

Para lograr llevar un seguimiento y registro de cada uno de los equipos y de los vehículos, se identificaron con un código único que facilitará el procesamiento de la información y el manejo de los formatos de mantenimiento.

Se desarrolló un aplicativo con el uso de Excel y Visual Basic para Aplicaciones, en donde se pueden acceder a cada uno de los formatos elaborados para el cuerpo de bomberos y a la información contenida en estos, que permite llevar un registro de cada activo y organizar la información generada por las labores de mantenimiento.

6. Recomendaciones

El plan de gestión de mantenimiento debe ser efectuado de manera continua para que verdaderamente se note su aplicabilidad, más allá del proyecto realizado, depende del cuerpo de bomberos que todo lo realizado tenga un sentido y una función de dentro de la institución.

Es importante que el aplicativo sea operado por personal calificado, con el fin de que la información sea procesada de manera ordenada. El delegado para esta labor debe ser constante y responsable con los datos que manejará.

Referencias

- Amaya Gómez, O. A. (2019). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL EN LOS PROCESOS DESARROLLADOS EN LOS DEPARTAMENTOS DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ELECTROMECAÑICOS DE LA GUAJIRA. *Tesis*, 62. Retrieved from <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/2290/1/32100.pdf>
- GARCÉS, E. J., & ROMERO POSSO, J. A. (2012). *ORGANIZACIÓN DE DATOS HISTÓRICOS DE MANTENIMIENTOS REALIZADOS EN EL CAMPO LA CIRA-INFANTAS DURANTE EL PERIODO 2011 BAJO LA NORMA ISO 14224*. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.
- Garrido, S. G. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S. A. Retrieved from http://www.ghbook.ir/index.php?name=فرهنگ و رسانه های نوین&option=com_dbook&task=readonline&book_id=13650&page=73&chckhashk=ED9C9491B4&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component
- González, F. (2004). *AUDITORIA DEL MANTENIMIENTO E INDICADORES DE GESTION.pdf*. Madrid: FUNDACION CONFEMETAL.
- González Fernández, F. J. (2004). Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión :las cinco amenazas del mantenimiento. Retrieved from https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=o0cH7Nwkm3YC&oi=fnd&pg=PA7&dq=mantenimiento+industrial+gestión&ots=jwksRZ-j4Z&sig=dh9o6S6sr8eK5hzxVIIIMZz_ScY#v=onepage&q=mantenimiento industrial gestión&f=false
- ICONTEC. (2015). Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9001-2015.
- ISO 14224:2016. (2016). *Petroleum, petrochemical and natural gas industries – collection*

- and exchange of reliability and maintenance data for equipment. BSI Standards Publication.* <https://doi.org/10.3403/01887412u>
- ISO 55001. (2014). ISO 55001 — Asset management — Management systems — Requirements. *International Organization for Standardization.*
- Martinez Roa, F. (2017). *PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA I.M. INGENIERIA Y MECANIZADOS S. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.* <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mendoza, R. H. (2000). El análisis de criticidad , una metodología para mejorar la confiabilidad operacional, *4*, 13–19.
- MININTERIOR. RESOLUCIÓN 661 DE 26 DE JUNIO DE 2014, DIARIO OFICIAL N°:49256 DE AGOSTO 27 DE 2014 § (2014).
- Padilla Valdez, C. L. (2012). Plan de gestión del mantenimiento para la flota vehicular del Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural de la ciudad de Cañar. Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3268>
- Society of Automotive Engineers. (1999). *SAE JA1011: Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes.*
- Villamizar Cruz, N. I. (2004). *Diseño del sistema de información para el mantenimiento de la reconstructora de motores el cigüeñal.* Universidad Industrial de Santander.

Apéndice

Apéndice A. Cuestionario de autoanálisis

En las siguientes páginas aparecen los doce bloques de autoanálisis que contemplan preguntas claves, con las que se piensa diagnosticará con suficiente certeza la situación del área de mantenimiento. Las tablas de preguntas se tomaron y adaptaron del libro “Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. González, 2004”

A. ORGANIZACIÓN GENERAL	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Está definida por escrito y aprobada, la organización y responsabilidades del área de mantenimiento?					
2. ¿Están las responsabilidades y las tareas de los encargados del mantenimiento claramente definidas?					
3. ¿Está suficientemente dimensionada la estructura de la dirección de mantenimiento y su equipo técnico para abordar nuevos procesos de mejora?					
4. ¿Existe un área para la planificación y coordinación de trabajos y para realizar estudios de mejora y formación?					
5. ¿Existen descripciones de las funciones para cada uno de los puestos de ejecución de mantenimiento?					
6. ¿Todas las operaciones preventivas y correctivas se ejecutan con órdenes de trabajo y se imputan adecuadamente las actividades y repuestos?					

B. MÉTODOS Y LOS SISTEMAS DE TRABAJO	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Disponen de sistema de planificación y preparación de trabajo para intervenciones importantes?					
2. ¿Tienen procedimientos para preparar trabajos, establecer repuestos y justificar nuevas adquisiciones o proponer nuevas actividades?					
3. ¿Disponen Uds. de métodos operativos escritos para los trabajos complejos o delicados?					
4. ¿Tienen Uds. un procedimiento por escrito (y aplicado) que defina las autorizaciones de trabajo para los trabajos que conlleven riesgos?					

5. ¿Se archivan en los expedientes o historiales de equipos y vehículos, los trabajos de preparación y planificación de intervenciones?					
6. ¿Tienen métodos formalizados para hacer las reparaciones y protocolos de pruebas?					
7. ¿Guardan Uds. las unidades en almacén, hacen preparar kits (piezas, herramientas) antes de sus intervenciones?					
8. ¿Está el conjunto de la documentación debidamente clasificada y fácilmente accesible?					
9. ¿Tienen sistemas de priorización de actividades e intervenciones de mantenimiento con base en su criticidad, repercusiones secundarias, etc.?					

C. CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Disponen Uds. de un inventario con ubicación de los equipamientos de su unidad?					
2. ¿Tiene cada equipamiento un número de identificación único claramente señalado?					
3. ¿Se registran sistemáticamente las modificaciones, instalaciones nuevas o la supresión de equipamientos?					
4. ¿Hay un archivo informático o en papel de cada equipo o instalación, y de sus subgrupos funcionales, con reseñas históricas de todos los trabajos llevados a cabo en cada uno de ellos y su coste?					
5. ¿Tienen efectuados análisis de criticidad de equipos y estudios de averías y modos de fallo AMFE, RCM, etc.?					
6. ¿Disponen Uds. de información sobre las horas pasadas, las piezas consumidas y los costes, equipamiento por equipamiento?					
7. ¿Hay uno o varios responsables del cuidado de las reseñas históricas de los trabajos?					
8. ¿Se audita periódicamente la situación de inventario y su documentación?					

D. GESTIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Tienen Uds. un programa establecido de mantenimiento preventivo (acciones preventivas, periodicidad, carga de trabajo)?					
2. ¿Disponen Uds. de fichas escritas de mantenimiento preventivo?					
3. ¿Existe algún responsable del conjunto de las acciones de mantenimiento preventivo (en términos de control y de actualización)?					
4. ¿Tienen los operadores de los equipamientos responsabilidades en materia de ajuste y mantenimiento de rutina?					
5. ¿Existe algún documento que permita informar y seguir toda intervención que se utilice sistemáticamente para todo trabajo?					
6. ¿Disponen Uds. de una planificación semanal o periódica de distribución de los trabajos?					

E. SISTEMAS INFORMÁTICOS	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Cuentan con un sistema informático que almacene y agilice la labor de mantenimiento?					
2. ¿El sistema es "amigable" a la hora de lanzar órdenes, planificar actividad, controlar recursos, emitir informes, etc.?					
3. ¿Desde la implantación de su aplicación informática ha reducido significativamente la carga administrativa?					
4. ¿La información que ahora obtiene de su aplicación le ayuda realmente a una más fácil y rigurosa toma de decisiones?					
5. ¿El hardware del que disponen está suficientemente dimensionado en cuanto a capacidad de proceso, memoria, periféricos, etc.?					

F. ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Se encuentra bien ubicado el almacén de herramientas y repuestos?					

2. ¿Disponen de suficientes medios de manutención adecuados para sus trabajos preventivos y correctivos?					
3. ¿Las zonas destinadas al mantenimiento están correctamente identificadas y delimitadas?					
4. ¿Hay un responsable de logística, de la custodia de herramientas y útiles y de la verificación y calibración periódica de ellas?					

H. PERSONAL Y FORMACIÓN	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿El ambiente de trabajo es, en general, positivo?					
2. ¿Dirigen y supervisan correctamente los trabajos efectuados por los operarios bajo su responsabilidad?					
3. ¿Consideran Uds. en general que la formación técnica de su personal, capacidades y conocimientos es satisfactoria?					
4. En el trabajo diario ¿estiman Uds. que el personal tiene la iniciativa necesaria?					
5. ¿Se asegura de forma regular el perfeccionamiento del personal en materias técnicas?					
6. ¿Recibe su personal formación en seguridad y prevención de accidentes de forma regular?					
7. ¿Programa y domina la formación del personal el servicio de mantenimiento?					

I. CONTRATACIÓN EXTERNA	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿La selección de los operarios externos para mantenimiento se lleva a cabo según criterios de técnica y de competencia?					
2. Desde el punto de vista de ubicación ¿tienen Uds. acceso a muchas empresas de contratación para el área de mantenimiento?					
3. ¿Contratan Uds. las tareas para las que consideran no disponen de suficientes técnicos?					

4. ¿Incluyen en sus contratos con las empresas contratistas cláusulas de resultados?					
5. ¿Disponen Uds. de documentación específica para que empresas externas lleven a cabo el mantenimiento de sus equipamientos?					

J. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA ACTIVIDAD	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Disponen de un historial y un balance continuo correctivo-preventivo que les permita decidir qué acciones acometer y asignar o cambiar prioridades?					
2. ¿Se dan informes regulares del control de las horas, los costes de mano de obra y repuestos?					
3. ¿Disponen Uds. de los costes de mantenimiento, equipamiento por equipamiento?					
4. ¿Emiten Uds. de forma regular un informe de la actividad (todos los meses y anualmente)?					