

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico Automotriz*

PROYECTO TÉCNICO:

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIANTE
UN ANÁLISIS DE CRITICIDAD PARA LOS VEHÍCULOS UTILITARIOS DEL
DEPARTAMENTO DE CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN PASAJE”**

AUTORES:

WINSTON SHERLOOK OCHOA ORDONEZ
JULIO BERNARDO TENECELA ARMIJOS

TUTOR:

ING. CRISTIAN LEONARDO GARCÍA GARCÍA, M.SC.

CUENCA - ECUADOR

2022

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Winston Sherlook Ochoa Ordoñez con documento de identificación N° 0705283489 y Julio Bernardo Tenecela Armijos con documento de identificación N° 0705556124, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIANTE UN ANÁLISIS DE CRITICIDAD PARA LOS VEHÍCULOS UTILITARIOS DEL DEPARTAMENTO DE CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN PASAJE”**, mismo que ha sido desarrollado para optar el título de: *Ingeniero Mecánico Automotriz*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En la aplicación en lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega de este trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, febrero del 2022.



Winston Sherlook Ochoa Ordoñez
C.I. 0705283489



Julio Bernardo Tenecela Armijos
C.I. 0705556124

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIANTE UN ANÁLISIS DE CRITICIDAD PARA LOS VEHÍCULOS UTILITARIOS DEL DEPARTAMENTO DE CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN PASAJE”**, realizado por Winston Sherlock Ochoa Ordoñez y Julio Bernardo Tenecela Armijos, obteniendo el *Proyecto Técnico* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, febrero del 2022.



Ing. Cristian Leonardo García García, M.SC.

C.I. 0103898318

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Winston Sherlook Ochoa Ordoñez con documento de identificación N° 0705283489 y Julio Bernardo Tenecela Armijos con documento de identificación N° 0705556124, autores del trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIANTE UN ANÁLISIS DE CRITICIDAD PARA LOS VEHÍCULOS UTILITARIOS DEL DEPARTAMENTO DE CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN PASAJE”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, febrero del 2022.



Winston Sherlook Ochoa Ordoñez

C.I. 0705283489



Julio Bernardo Tenecela Armijos

C.I. 0705556124

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por brindarme su sabiduría para salir adelante con fortaleza durante todos los obstáculos que se me a presento en el camino de mis estudios dándome las fuerzas para culminar mis estudios.

Agradezco infinitivamente a mis padres, Emiliano Tenecela y Graciela Armijos por su apoyo incondicional que me han brindado durante todo este tiempo de mis estudios estando siempre a mi lado y nunca dejarme solo para que cumpla mis sueños sin ellos no haya podido lograr todas mis metas sin el apoyo de mis padres.

Agradezco a todos mis hermanos, Yasmani, Joffre, y Salcedo por su apoyo económicamente y con consejos que no me retire de la universidad que luche por mis metas que salga adelante y sea un profesional.

Agradezco a mi docente y tutor del Proyecto Técnico al Ing. Cristian García, por darme la fortaleza y dando consejo en mis estudios que termine cuando pensaba darme por vencido, pero con su consejo estoy culminando mi carrera.

Julio Tenecela

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por las bendiciones y ser mi guía en mi vida, y el apoyo incondicional en momentos de dificultad.

Primeramente doy gracias a mi madre Zaida Ordoñez por ser la participante de un sueño echo realidad y por sus sanos consejos, valores y principios que me ha sabido inculcar a través del tiempo.

Doy mis profundo agradecimiento a los diferentes docentes y amistades de la Universidad Politécnica Salesiana, por confiar y abrirme las puertas y permitirme realizar toda mi formación académica.

Agradezco a mi docente y tutor del Proyecto de Investigación al Ing. Cristian García, por guiarme y estar presente en todos estos días de esfuerzo y sacrificio.

.

Winston Ochoa

DEDICATORIA

A mis Padres Graciela Armijos y Emiliano Tenecela

Por todo el esfuerzo que ellos hicieron por mí para que culminen mis estudios asiendo lo posibles en tiempos duros que hemos pasado ellos siendo mí pilar en mis estudios con su apoyo incondicional y no dejarme derrotar en tiempos difíciles y no abandonar la universidad, que con sus consejos y su amor siempre término dando fuerza para seguir adelante.

A mis hermanos

Dedico a todos mis hermanos en especial a mi hermano Yasmani Tenecela, que desde el principio me apoyo con la formación de mi carrera incondicionalmente en todo momento para que sea una persona de bien cumpliendo mis sueños, metas para un futuro en mi vida personal y profesional.

Julio Tenecela.

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación se lo dedico primeramente a Dios, por ser el precursor brindándome fortaleza y perseverancia en este proceso de obtener lo que deseaba como es la obtención del Título de Ingeniero Automotriz.

A mi madre por el amor incondicional su trabajo y sacrificio en todo este tiempo y pasando duros momentos y así poder llegar hasta aquí, para lograr y cumplir mis sueños y metas en mi futuro en el campo profesional y personal.

A mis hermanos por estar siempre dándome el alineto para salir adelante y no dejarme caer en los comentarios mas duros que pase en mi vida..

Y todas esas personas por su apoyo y que han hecho que el trabajo se cumpla con éxito en especial a aquellos que con su experiencia me compartieron sus conocimientos.

Winston Ochoa

RESUMEN

El presente proyecto técnico muestra la propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo mediante un análisis de criticidad para los vehículos del Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pasaje (CBMCP).

Primero se realiza con la búsqueda de metodologías de información acerca del mantenimiento que se está dando en los vehículos utilitarios del Cuerpo de Bomberos, tesis de gran semejanza, referencias, textos que ayudo a formar un formato de referencia.

Después se procedió a la recolección de todos históricos de mantenimiento que poseía el cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje, donde se estableció un formato para cada uno de sus vehículos esto se lo realizo mediante el estudio oportuno y la revisión de documentos físicos que posee el cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje, tales como, requerimientos de órdenes de trabajos, bodega, búsquedas de compra y manuales de los vehículos.

Con toda esa información se desarrolló tablas de ponderación donde se obtuvieron gráficas para el análisis, como es el criterio de Pareto lo cual directamente va a priorizar los equipos críticos, los sistemas que más costes generan al momento de realizar el mantenimiento preventivo y también los costos de cada actividad a realizar en los vehículos.

Con el análisis de criticidad se desarrolla el plan de mantenimiento preventivo en base a vehículos livianos y maquinaria pesada del Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje, que determina las actividades y tareas a realizar y cada sistema para que siempre estén con mayores prestaciones de servicios.

Finalmente, se realiza una herramienta informática de mantenimiento preventivo que permite gestionar las actividades y labores a realizar para cada equipo de la flota vehicular, donde la información que ingresen desde la fecha se quede registrada en la herramienta informática, permitiendo proporcionar el acceso a los históricos de mantenimiento para futuros análisis.

Palabras clave: CBMCP, GMAO, Visual Basic, Gestión mantenimiento asistido, Diseño y Desarrollo.

ABSTRACT

This project shows the proposal of a Maintenance Plan for the vehicles of the Canton Pasaje fire department (CBMPAS).

It begins with the search for information methodologies about the maintenance of utility vehicles of the fire department, very similar theses, references, texts that helped to form a reference format.

Consecutively, we proceeded to collect the maintenance records that the Canton Pasaje fire department possessed, where a format was established for the vehicles. This was done through the timely study and review of physical documents held by the fire department. Canton Passage, such as warehouse requirements, purchase searches, vehicle manuals.

With all this information, tables are transformed to help obtain fundamental graphs for the analysis, one of them the Pareto criterion and the Average Annual Cost, so that critical equipment can be prioritized, the systems that generate the most costs at the moment to carry out the respective maintenance and also the costs of each activity to be carried out on the equipment.

Through the criticality analysis, the preventive maintenance plan based on fire department vehicles is developed, which determines the procedures and tasks to be performed and each system so that the equipment is always in operation.

Subsequently, a maintenance application is made through the use of free software that consents to manage the activities and tasks to be carried out for each team in the vehicle fleet, in addition to the information they enter from the date being stored in the application, allowing provide access to maintenance histories for future analysis.

Keywords: CBMCP, GMAO, Visual Basic, Management Assisted Maintenance, Design and Development.

ÍNDICE

Contenido

RESUMEN.....	9
ABSTRACT	10
Introducción	19
Problema.....	20
Antecedentes	20
Importancia y alcances	20
Delimitación	20
Objetivos	21
Objetivo general.	21
Objetivos específicos.....	21
Capítulo I.....	22
1. Estado del arte.....	22
1.1. Definición de mantenimiento	22
1.2. Finalidad del mantenimiento.....	22
1.3. Tipos de mantenimiento	23
1.4. Importancia y ventajas del mantenimiento preventivo	23
1.5. Principales actividades del mantenimiento preventivo	24
1.6. Sistema de Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO).....	25
1.7. Características del GMAO	25
1.8. Alcances del GMAO	26
1.9. Clasificación de los vehículos según la normativa INEN 2656.....	31
1.10. Costos de mantenimiento.....	33
1.11. Ciclo de vida de un activo físico	33
1.12. Análisis modal de fallos y efecto AMFE.....	34
1.12.1. Frecuencia.....	35
1.12.2. Detectabilidad.....	36
1.13. Índice de Prioridad de Riesgo (IPR).....	37
1.14. Análisis de Pareto.	37
Capítulo II	39
2. Marco metodológico	39

2.1. Levantamiento de datos Cuerpo de Bomberos Municipal del cantón pasaje.....	40
2.1.1. Información general	40
2.1.2. Ubicación.....	41
2.1.3. Estructura Organizacional del CBMP	41
2.1.4. Flota vehicular del CBCP.....	43
2.1.5. Clasificación de los vehículos para el uso	45
2.1.6. Gestión actual del mantenimiento de la flota vehicular de CBMCP	46
2.1.7. Etapas para efectuar el mantenimiento vehicular del CBMCP	46
2.1.8. Clausulas establecidas por el CBMCP para la contratación de servicios de reparacion y mantenimiento de los sistemas mecanicos y complementos.....	48
2.1.9. Historial de mantenimiento durante los años 2018 hasta el 2020	50
2.1.10. Costos anuales de la flota vehicular de CBMP.....	57
2.1.11. Gastos de cada vehículo desde el año 2018 hasta el 2020.....	58
2.1.12. Proveedores de servicios	59
2.1.13. Historial de fallas en 24 meses de estudio.....	60
2.1.14. Tipos de Fallas.....	60
2.1.15. Analisis de criticidad	62
2.1.16. Análisis de Pareto	64
2.1.17. Encuestas realizadas al personal del taller mecánico y a los conductores de los vehículos de la flota.	67
Capítulo III	76
3. Propuesta de plan de mantenimiento preventivo CBMCP	76
3.1. Codificación de activos de la flota vehicular de CBMCP.....	76
3.2. Ficha técnica de registro vehicular.....	78
3.3. Tiempo estándar de mantenimiento	80
3.4. Programa de automantenimiento.....	85
3.5. Programa de mantenimiento preventivo	87
3.6. Parte de averías.....	98
3.7. Orden de trabajo	98
Capítulo IV	100
4. Desarrollo del software de mantenimiento para la flota vehicular del CBMCP.....	100
4.1. Esquema de la herramienta informática	100
4.1.1. Interfaz inicial.....	101

4.1.2.	Módulo de Gestión de Personal.....	103
4.1.3.	Módulo de Gestión de Activos	105
4.1.4.	Módulo de Gestión de Inventario	106
4.1.5.	Módulo de Gestión de Actividades	109
4.1.6.	Módulo de Gestión de mantenimiento.....	110
	Conclusiones	118
	Recomendaciones.....	120
	Recomendaciones GMAO.....	120
	Anexos.....	121
	Referencias bibliográficas	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Proyectos de investigación empleados como referencia</i>	26
Tabla 2. <i>Clasificación para motos</i>	31
Tabla 3. <i>Clasificación para camionetas</i>	32
Tabla 4. <i>Clasificación para camión tipo tanquero</i>	32
Tabla 5. <i>Clasificación para motos</i>	33
Tabla 6. <i>Criterios de gravedad</i>	35
Tabla 7. <i>Criterios de frecuencia</i>	36
Tabla 8. <i>Criterios de detectabilidad</i>	36
Tabla 9. <i>Nómina de los vehículos del Cuerpo de Bomberos de Pasaje</i>	43
Tabla 10. <i>Clasificación de los vehículos de CBMP</i>	45
Tabla 11. <i>Vehículos de emergencia y de servicio del CBMP</i>	45
Tabla 12. <i>Tipos de mantenimiento que realiza la flota vehicular de CBMP</i>	46
Tabla 13. <i>Perfil del personal de taller requerido para la contratación de servicios de reparación y mantenimiento de CBMP</i>	48
Tabla 14. <i>Listado de equipo de trabajo requerido por el CBMP para realizar la contratación de servicios</i>	49
Tabla 15. <i>Historial de mantenimiento realizado en la flota vehicular (2018-2020)</i>	50
Tabla 16. <i>Gastos anuales de la flota vehicular del CBMP</i>	57
Tabla 17. <i>Número de fallos determinados en la flota vehicular de CBMP (durante el estudio)</i> ...	60
Tabla 18. <i>Fallas más comunes determinados en la flota vehicular de CBMP</i>	61

Tabla 19. <i>Costes de mantenimiento generados en el periodo 2018-2020</i>	62
Tabla 20. <i>Número de fallos y coste según el sistema</i>	63
Tabla 21. <i>Frecuencias, porcentaje y porcentaje acumulado de las fallas de flota vehicular de CBMP</i>	65
Tabla 22. <i>Población a la que se le realizó la encuesta</i>	67
Tabla 23. <i>Codificación de la flota vehicular de CBMP por Marca</i>	76
Tabla 24. <i>Codificación de la flota vehicular de CBMP según su uso</i>	77
Tabla 25. <i>Codificación propuesta para la flota vehicular de CBMP considerando marca, categoría y tipo de vehículo</i>	77
Tabla 26. <i>Ficha técnica de registro vehicular de CBMP</i>	79
Tabla 27. <i>Tiempo estándar de mantenimiento para la flota vehicular de CBMP</i>	80
Tabla 28. <i>Programa de automantenimiento semanal de la flota vehicular de CBMP</i>	86
Tabla 29. <i>Nivel de intervención según las actividades a realizar del plan de mantenimiento.</i>	87
Tabla 30. <i>Programa de mantenimiento preventivo para la flota vehicular categoría vehículos livianos del CBMP</i>	88
Tabla 31. <i>Programa de mantenimiento preventivo para la flota vehicular categoría vehículos pesados del CBMP</i>	89
Tabla 32. <i>Actividades de mantenimiento vehicular propuestas para cada uno de los vehículos del BCBVP</i>	90
Tabla 33. <i>Simbología de la Interfaz del GMAO</i>	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Metodologías de implementación de mantenimiento</i>	25
Figura 2. <i>Grafica general del coste de ciclo de vida de un equipo</i>	34
Figura 3 <i>Ubicación del CBMCP</i>	41
Figura 4 <i>Organigrama estructural del CBMCP</i>	41
Figura 5. <i>Gastos anuales de la flota vehicular del CBMCP</i>	57
Figura 6 . <i>Gastos de cada vehículo desde el año 2015 hasta el 2020</i>	59
Figura 7. <i>Porcentaje de coste de cada uno de los sistemas</i>	63
Figura 8. <i>Porcentajes acumulado de frecuencia de fallas de cada uno de los sistemas/ Análisis de Pareto</i>	66
Figura 9. <i>¿La organización del taller, permite realizar los trabajos de manera rápida y eficaz?</i> 67	
Figura 10. <i>¿El proceso de toma de decisiones del taller es agil, efectivo y rápido?</i>	68
Figura 11. <i>¿Dispone de la información adecuada y precisa para realizar su trabajo?</i>	69
Figura 12. <i>¿Los proveedores les brindan capacitación necesaria para realizar los trabajos?</i>	69
Figura 13. <i>¿La infraestructura responde efectivamente a las necesidades de su área?</i>	70
Figura 14. <i>¿Es adecuado el apoyo administrativo para el mantenimiento optimo de los vehículos?</i>	70
Figura 15. <i>¿Es considerada su opinión como mecanico en la planificación del mantenimiento?</i> 71	
Figura 16. <i>¿Existen gestiones para mejorar y optimizar las instalaciones y equipos?</i>	71
Figura 17. <i>¿Reconocen sus necesidades respecto al desarrollo de su trabajo?</i>	72

Figura 18. <i>¿Realizan actividades para reducir el nivel de contaminación como control y reciclaje de residuos?</i>	72
Figura 19. <i>¿Lleva usted un registro de los servicios y revisiones del vehículo?</i>	73
Figura 20. <i>¿Se planifica la paralización de un vehículo para darle mantenimiento?</i>	73
Figura 21. <i>¿Existen políticas o reglamentos definidos para el cuidado y uso de los vehículos?</i> ..	74
Figura 22. <i>¿Se realizan las planificaciones de mantenimiento considerando aportes de los choferes?</i>	75
Figura 23. <i>¿La institución, realiza controles y verificación de cumplimiento de los programas de mantenimiento?</i>	75
Figura 24. <i>Formato de parte de averías de la flota vehicular del BCBCP</i>	98
Figura 25. <i>Formato de Orden de Trabajo para la flota vehicular del BCBCP</i>	98
Figura 26. <i>Interfaz General del GMAO</i>	102
Figura 27. <i>Diagrama de flujo de la interfaz general</i>	102
Figura 28. <i>Gestión de Personal</i>	103
Figura 29. <i>Diagrama de flujo del módulo de personal</i>	104
Figura 30. <i>Módulo: Gestión de Activos</i>	105
Figura 31. <i>Diagrama de flujo del módulo de activos</i>	106
Figura 32. <i>Módulo: Gestión de Inventario</i>	107
Figura 33. <i>Diagrama de flujo del módulo de inventario</i>	107
Figura 34. <i>Ventana: Historial de Consumo</i>	108
Figura 35. <i>Diagrama del flujo de la ventana: Historial de Consumo</i>	108

Figura 36. <i>Módulo: Gestión de Actividades</i>	109
Figura 37. <i>Diagrama de flujo del módulo de gestión de actividades</i>	110
Figura 38. <i>Módulo: Gestión de Mantenimiento</i>	111
Figura 39. <i>Diagrama de flujo del módulo de mantenimiento</i>	111
Figura 40. <i>Selección del Vehículo</i>	112
Figura 41. <i>Ingreso del Kilometraje</i>	112
Figura 42. <i>Selección del Personal</i>	113
Figura 43. <i>Ingreso de la Causa y Solución</i>	113
Figura 44. <i>Elección de repuestos y herramientas</i>	113
Figura 45. <i>Ventana: Orden de Trabajo</i>	114
Figura 46. <i>Carpeta: Ordenes Pendientes</i>	115
Figura 47. <i>Orden de Trabajo Pendiente</i>	116
Figura 48. <i>Generación final de ordenes de trabajo</i>	117
Figura 49. <i>Diagrama de flujo de la generación de las Ordenes de Trabajo</i>	117

Introducción

La presente investigación recopila datos imprescindibles y necesarios para la correcta elaboración de la propuesta de mantenimiento preventivo. Varias fuentes bibliográficas especifican que actualmente resulta innovador y atractivo el realizar un plan ya que se minimiza muchas ocasiones su importancia a tal punto que se consideraba como un elemento o actividad aislada y no parte indispensable y clave. (Sacristán, 2014)

En la actualidad, todas las empresas requieren altos niveles de productividad, y para lograrlo debe considerar la implantación como medida principal de un sistema de mantenimiento de modo preventivo, para aumentar las posibilidades de cumplimiento de la eficiencia de la producción. (Botero, 1991)

En la actualidad, el mantenimiento se puede gestionar mediante ordenador, esto se hace debido a que de esta manera es más fácil ingresar datos, procesarlos y realizar muchas tareas de manera más fácil y cómoda que realizarlo en papel, debido a las grandes cantidades de datos e información que se debe manejar en el proceso de mantenimiento. (López & Guamán, 2015)

Con el paso de los años, se ha implementado el uso del software de mantenimiento GMAO, el mismo que permite manejar almacenes, facturas, incluyendo aplicaciones complementarias como emisión de reportes, automatizaciones, presupuesto, catálogos, y demás herramientas. Se destaca que la función principal de este software es la realización efectiva de planes de mantenimiento y de control. El diseño del mismo se complementa con la adaptación de datos compartidos y la programación, lo que permite que la información aparezca, se procese y se interrelacione con las demás dependencias. (Marco, 2012).

Considerando lo antes mencionado, se hace mención que es indispensable la existencia de un plan de mantenimiento, mismo que se realiza luego del análisis de criticidad, donde se establecen rangos de forma relativa y se representan las probabilidades de existencia de fallas y así priorizar el enfoque de recursos y extender la vida útil de cada vehículo, por ello los autores realizan este trabajo como contribución al Departamento Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje.

Problema

Antecedentes

La flota de vehículos del benemérito Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje dispone de 16 unidades en la cual dos de ellas están fuera de servicio y la vida útil de cada unidad en promedio es de 15 años y esto lleva que los costos de mantenimiento sean demasiado excesivos con un valor de \$75.000 anuales, razón por la cual se ve necesario y factible elaborar un plan de mantenimiento preventivo producto de ello, la información recaudada de los diferentes procesos vinculados al mantenimiento no es confiable para la construcción de indicadores y posterior toma de decisiones.

Del mismo modo, se ha constatado que no existe un procedimiento específico en la recolección de información, ya que la misma está registrada en historiales físicos almacenados en la institución. Siendo necesaria la implementación de una metodología que permita captar y almacenar la información de las diferentes actividades de mantenimiento.

Importancia y alcances

El mantenimiento de los vehículos pertenecientes al Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pasaje, ayudara a prevenir averías o fallos mecánicos en los vehículos de la institución, debido al desgaste mecánico por el uso, kilometraje, recorrido y otros, afectando directamente al envejecimiento y deterioro de los automotores.

Este trabajo surge de la necesidad de alargar la vida útil de cada uno de los que componen la flota vehicular, reduciendo los costos de operación, pérdidas de tiempo en sus labores y así garantizar a la ciudadanía la mejor prestación de sus servicios con la que debe tener una alta confiabilidad en el desempeño de sus actividades relacionados a la gestión de mantenimiento de los activos “unidades” del Benemérito Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje.

Delimitación

El Proyecto beneficiará al Departamento de mantenimiento y a los conductores de las unidades móviles del Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje, provincia de El Oro.

Objetivos

Objetivo general.

Proponer un plan de mantenimiento preventivo mediante un análisis de criticidad de fallos para las unidades móviles del Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje.

Objetivos específicos.

- Efectuar una revisión teórica de los planes de mantenimiento que pueden ser aplicables a equipos de similares características a la del Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje.
- Realizar un levantamiento de datos de la flota vehicular mediante la revisión de archivos físicos que posee el Departamento de mantenimiento para la determinación de frecuencias de fallas, intervalos de mantenimiento y costos.
- Generar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en función de los registros históricos obtenidos de averías en la flota vehicular del Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje.
- Desarrollar una herramienta informática utilizando la base de datos y registros históricos de mantenimiento.

Capítulo I

1. Estado del arte

1.1. Definición de mantenimiento

Un mantenimiento se denomina con técnicas o actividades que se deben realizar para conservar equipos, maquinaria e instalaciones que se encuentra en uso durante un tiempo prolongado, obteniendo así una mayor disponibilidad de estos. Se dice que a partir de la segunda guerra mundial aparece un concepto fiabilidad y los departamentos buscan prevenir las fallas en los quipos antes de que se produzcan y se mejora de esta manera la seguridad del personal encargado en dicha acción. (Garrido, 2015)

A partir de la definición, se menciona la importancia del plan de mantenimiento, el mismo que deberá estar ajustado a la situación de cada tipo de vehículo que posea la empresa, compañía, etc.

1.2. Finalidad del mantenimiento

Entre los objetivos más significativos del mantenimiento se destacan:

- Sostener los activos físicos en buenos contextos operacionales.
- Mantener lo más bajo posible el coste de producción.
- Sostener los equipos productivos y operando de manera continua.
- Optimizar el desarrollo del talento humano. (López & Guamán, 2015)

Este sistema de plan de mantenimiento cuenta con procesos involucrados, los cuales son los siguientes:

- **Registro:** Obtener la información necesaria por medio de un software, tomando las decisiones, para la implementación de un plan de mantenimientos de los vehículos del Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje.
- **Seguir:** Ejecutar toda la información para tomar nuevas decisiones en el plan de mantenimiento preventivo.
- **Controlar:** Analizar todas las normas preestablecidas.
- **Evaluar:** Todos los vehículos para un nuevo plan de mantenimiento.

1.3. Tipos de mantenimiento

Teniendo en cuenta que un vehículo o equipo está enfocada en diferentes características para cada trabajo que va a desarrollar existiendo diferentes clases de mantenimiento.

- **Mantenimiento correctivo.** - es requerido no solo cuando se debe reparar el equipo, sino que trata de buscar y corregir el daño o fallo. Una ventaja de la utilización de este es que al enmendar el daño se evita la reaparición. (Eloya, 2016)
- **Mantenimiento preventivo.** – se realiza para prevenir fallos. Basándose en la situación de la pieza o cambios de componentes graduándoles en lapsos de tiempo es decir periódicamente para evitar un fallo en el equipo.
- **Mantenimiento predictivo.** - se caracteriza por que se anticipa al fallo por medio de registros para predecir las reacciones de uno o varios elementos o variables en un equipo. Se basa en procesos de medición cuando la maquinaria se encuentra en funcionamiento tratando de minimizar el tiempo de parada del equipo y detectar la evolución del fallo y así tomar la acción necesaria para prolongar el funcionamiento. (Eloya, 2016)
- **Mantenimiento centrado en la confiabilidad.** - se desarrolla en los años 60s y los años 70s con el objetivo de ayudar a las empresas la identificación de las políticas de mantenimiento más acordes para responder el cumplimiento de los esquemas necesarios para los procesos de producción y para manejar las consecuencias de dichas averías. (Vallejo, 2018)

1.4. Importancia y ventajas del mantenimiento preventivo

La importancia de la realización del mantenimiento preventivo, radica en conocimientos generales de seguridad y economía. La intención o existencia de un programa de mantenimiento preventivo es mostrar un problema desde lo mínimo, para evitar que crezcan y se agraven. (Byrnes, 2005, pág. 487)

El plan de mantenimiento realizado por (Cervantez, 2017) se da a conocer un plan el cual va enfocado directamente a los vehículos de emergencia que posee el CBMCP, permitiéndole llevar un listado de control minucioso respecto a las reparaciones y cambios periódicos que son necesarios para mantener en óptimas condiciones los diferentes vehículos que conforman el parque automotor de los Bomberos del Cantón Portoviejo.

A partir de un plan de mantenimiento se constató que el parque automotor del (GAD) de la ciudad de Azogues está considerablemente bueno, sin embargo los métodos que se emplean para determinar el tipo de mantenimiento y la frecuencia con el que se lo va a realizar son deficientes. (Vallejo, 2018)

El autor mencionado anteriormente expresa que:

Tras determinar cuales son los valores que conlleva la realización de mantenimiento del parque automotor y a su vez contrastarlos con los valores de costo de propuesta de mantenimiento, se concluye que la propuesta es rentable al cabo de dos años, considerando el punto de vista financiero de la empresa. Es necesario realizar la inversión en la adquisición de herramientas, equipos y repuestos para que el trabajo se deje de tercerizar en un 100%; con todas estas implementaciones la totalidad de los trabajos se pueden realizar en el taller de la institución, eliminando así también los gastos por paralizaciones excesivas. (Vallejo, 2018)

1.5. Principales actividades del mantenimiento preventivo

Las acciones del plan de mantenimiento consisten observar, analizar y tomar decisiones dentro de las instalaciones y recursos de la empresa para llevar la información de una forma ordenada, de esta forma aplicar el mantenimiento adecuado a los equipos con sus repuestos adecuados.

- **Limpieza:** Procedimiento periódico que permite mantener las instalaciones y recursos libres de impurezas, que al acumularse puede producir un funcionamiento defectuoso. (Sacristán, 2001)
- **Inspección y revisión:** Se centra en la observación de los equipos e instalaciones con el fin de obtener información sobre su estado físico y funcionamiento.
- **Ajuste o calibración:** Se basa en la corrección de equipo e instalaciones generadas por su propio uso.
- **Cambio de piezas:** Sustitución de los componentes que culminaron con su vida útil de funcionamiento, por unos de igual características en buenas condiciones de funcionamiento.
- **Lubricación:** Aplicación de lubricantes de acuerdo a las especificaciones del fabricante, o a intervalos de funcionamiento. (Ordóñez & Matovelle, 2012)

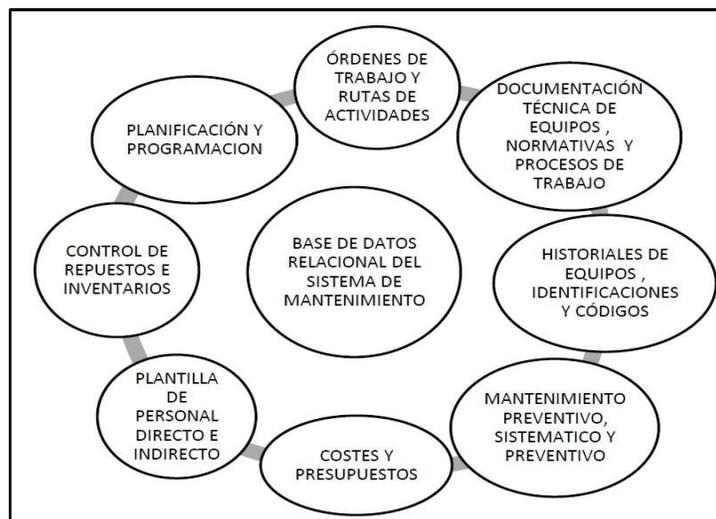
1.6. Sistema de Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO)

Este tipo de gestión tiene por función, acciones como: planificar, controlar e integrar el plan de mantenimiento. Dentro de este marco se menciona que se deberá personificar de acuerdo a los equipos y vehículos que tenga la institución, siendo las técnicas más significativas del sistema GMAO, tales como: priorizar las revisiones y operaciones por vehículo, almacenamiento de operaciones correctivas, control de repuesto, obteniendo la indagación requerida en cada tiempo, control de bonos y tiempo de trabajo, control de vehículos inmovilizados, determinación de averías a través de un sistema y análisis de directrices e información de archivos históricos, logrando existir otros procesos adecuados de acuerdo a las necesidades. (Bauset, Olmeda, & Martínez, 2011)

1.7. Características del GMAO

Las características básicas y esenciales que debe contar el sistema de GMAO, se exponen a continuación:

Figura 1 Metodologías de implementación de mantenimiento



Fuente: (González, 2013)

La figura refleja ocho características imprescindibles de la Gestión de mantenimiento asistido por ordenador, como; historiales de equipos y su respectiva identificación, órdenes de trabajo, inventarios, costes y presupuestos.

1.8. Alcances del GMAO

Los objetivos que se busca adquirir con la implantación de la GMAO, son los siguientes:

- Incremento de los tiempos de respuesta.
- Planificación y consumo de repuestos.
- Disminución de precios de mantenimiento.
- Aumenta la disponibilidad.
- Incremento de la fiabilidad.
- Deducción de las tareas administrativas.
- Funciones de la aplicación informática GMAO.

La aplicación informática de la GMAO debe tener algunos lineamientos que favorezcan a gestionar y cumplir los objetivos antes indicados, (González, 2013)

En este contexto se enlistará los proyectos que tienen como propuesta el plan de mantenimiento para vehículos y equipos y cuyas metodologías más relevantes son citadas porque constituyen parte teórica fundamental para cumplir el objetivo del proyecto.

Tabla 1. *Proyectos de investigación empleados como referencia*

Autores	Proyecto	Metodología utilizada
(Ortiz & Santader, 2021)	Propuesta de plan de mantenimiento para los vehículos y equipos del Benemérito cuerpo de bomberos voluntarios del cantón el Tambo. (Ortiz & Santader, 2021)	Para el cumplimiento del objetivo se realizó una metodología de investigación científica donde se aplicó una colección de conceptos, fundamentos y leyes que nos permitieron en caminar a un proceso de investigación eficiente que se complementa de una serie de pasos lógicamente organizados y enlazados para adquirir la información necesaria basados en un estudio descriptivo mediante observación de los documentos existentes en la estación de bomberos (se detalla en la metodología del proceso), que posteriormente fueron analizadas con una estadística básica para recopilar los datos idóneos requeridos (se detalla en la metodología estadística).

		<p>Los datos fueron recopilados mediante historiales e inventarios de mantenimiento que posee cada una de las unidades y equipos de emergencia, de igual manera se utilizó el método analítico ya que cada vehículo cuenta con hojas de registro ,por lo tanto después de cada jornada de emergencia asistida se realiza un registro donde se guarda la información del trabajo realizado, así como también el desempeño de los vehículos, equipos, kilometraje recorrido o a su vez horas de funcionamiento y el responsable de dicha unidad de emergencia.</p>
(Zhingre & Hidalgo, 2018)	<p>Desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento para la flota de vehículos del benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de Cuenca gestionado por ordenador. (Zhingre & Hidalgo, 2018)</p>	<p>La creación de esta base de datos se da mediante el método analítico; el cual es usado para procesar los datos obtenidos de cada vehículo. Aquí se analiza cada variable que determine el estado de la flota y sus mantenimientos correspondientes. Se realiza el análisis de cada vehículo, separando los vehículos de acuerdo con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de vehículos • Funcionalidad • Tipo de combustible • Marcas <p>Esta base de manuales técnicos y datos de los vehículos sirven posteriormente para la creación del plan de mantenimiento de la flota vehicular del BCBVC.</p>
(Parra, 2015)	<p>Propuesta para la implementación de un proceso de mantenimiento sistematizado para equipos y vehículos del cuerpo de bomberos de Latacunga. (Parra, 2015)</p>	<p>Para analizar el estudio de la implementaciones del proyecto se llevo acabo de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Levantamiento de datos de Inventarios respecto a los

		<p>equipos y vehículos del CB, es evidenciado el número o cantidad existente, características y clasificación da cada unidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Situación actual de los vehículos y equipos del centro. Se determina cuál es el estado técnico de cada vehículo es decir si se encuentra en buenas, regulares o malas condiciones. • Determinación de un Software, en esta etapa se relaciona la información con los activos, se indica además que debe tener un ajuste a las operaciones en contexto. • Introducción de datos en el Software, se menciona que en esta etapa se introducen datos imprescindibles del software.
(Almeida & Yanez, 2018)	Análisis de la gestión de mantenimiento de las autobombas del cuerpo de bomberos del cantón Shushufindi y su incidencia en la disponibilidad. (Almeida & Yanez, 2018)	<p>La direccionalidad del proyecto de titulación está enfocado al mejoramiento de la gestión de mantenimiento de las autobombas del Cuerpo de Bomberos, el enfoque de este estudio será de manera cualitativa, porque permitirá solventar la causa del problema. Posteriormente se aplicará un enfoque cuantitativo para analizar los índices de disponibilidad basado en el cálculo de los tiempos medios entre fallos MTBF y el tiempo medio hasta resolver la avería conocido como MTTR.</p> <p>Además, se analizará la disponibilidad actual de la flota mediante las emergencias surgidas en el periodo de este estudio, llevando a cabo cálculos estadísticos.</p>

		La modalidad radical de la investigación se utiliza la investigación de campo debido a que los datos e información obtenida, de manera confiable son recabados en el lugar del problema, obteniendo un impacto importante ya que la información se adquiere mediante los registros de trabajos de mantenimiento correctivo, facturas de los repuestos y trabajos realizados y los informes de las emergencias ocurridas durante el periodo establecido para este estudio. Pretendiendo dar a conocer el mantenimiento de las unidades de emergencia.
(Rodríguez, 2016)	Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para camiones Ford F-550 contra incendio del benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales de Guatemala. (Rodríguez, 2016) (Peña, 2016)	En este trabajo se menciona las necesidades de mantenimiento de cada uno de los vehículos. Utilizan como metodología un sistema de preguntas las mismas que serán respondidas por los encargados y supervisores, tales como: ¿Cómo se conforma las funciones y estándares de cada uno de los equipos en el ámbito de desempeño? ¿Cuales son las posibles fallas del equipo? ¿Cuáles son las causas encontradas por cada falla? ¿Cuál es el impacto generado de cada falla? ¿Las medidas preventivas frente a una falla? ¿Cuáles son las consecuencias de no prevenir fallas? ¿Pasos a seguir cuando se identifica una falla?
(Peña, 2016)	Diseño de un plan de mantenimiento de la flota de vehículos asignados a los	Este trabajo a su vez, tiene por unidad de análisis a los actores específicos como organizaciones, personas o eventos,

	vendedores que cubren el sector oeste de la zona metropolitana de caracas, pertenecientes a una empresa de alimentos de consumo masivo. (Peña, 2016)	entre otros, que a su vez constituirán objetos de estudio en la investigación para la respectiva recopilación de datos. Se menciona además que al realizar un levantamiento de datos se puede establecer el diseño del plan de mantenimiento.
(Fonseca, 2016)	Propuesta de plan de mantenimiento de la flota de camiones volquetes y recolectoras de basura Freightliner de la Alcaldía de Managua en el periodo comprendido 2015-2016. (Fonseca, 2016)	La investigación de tipo no experimental se direcciona bajo el campo descriptivo-evaluativo, ya que los autores del proyecto realizaron análisis de observaciones o situaciones existentes, además de describir cuál es el funcionamiento de cada uno de los vehículos que integran la flota vehicular.
(Manzano, 2019)	Plan de mejora en procesos de mantenimiento para flota de vehículos pesados. (Manzano, 2019)	La investigación fue desarrollada bajo el enfoque explorativo y descriptivo para poder realizar la comprobación de la hipótesis, detectar las posibles causas de los problemas y evaluar a su vez el comportamiento de las variables descritas en el proyecto.
(Allali, 2016)	Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular MEGALOG. (Allali, 2016)	Para la realización de la propuesta se direccionó en etapas como: recopilación, documentación y análisis de información y datos imprescindibles para comprender los procesos de mantenimiento que realizan en la flota vehicular. Se menciona además que se elaboró tablas donde se especifican las fichas técnicas y pruebas de funcionamiento de cada vehículo.
(Martinez, 2019)	Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la eficiencia de la flota vehicular de la Empresa de Transportes M. Catalán SAC. dedicada al transporte de combustibles líquidos. (Martinez, 2019)	El desarrollo del trabajo estuvo direccionado como investigación documental porque partió del análisis y consulta de información y bibliografía existente. Además se empleó investigación de campo ya que se observó de forma participativa todos los hechos que

		abordan las actividades de mantenimiento.
(Mendoza, 2015)	Evaluación técnica de los procesos de mantenimiento vehicular del grupo Berlín con el fin de levantar un manual de procedimientos y planes preventivos que ayuden a identificar las priorizaciones de mantenimiento en la flota de vehículos de la empresa. (Mendoza, 2015)	Esta investigación se desarrolló bajo el enfoque deductivo ya que permitió tener conclusiones y consecuencias, además de examinar las carencias de manuales de procedimientos, entre otras. Se empleó formularios de encuestas y entrevistas para el levantamiento de datos.
(Casuy, 2014)	Implementación del plan de mantenimiento integral para la flota de vehículos de la empresa BIMBO de Centroamérica, S. A. (Casuy, 2014)	Este proyecto se enmarca al alcance de la funcionalidad del plan de mantenimiento, es decir que debe garantizar los objetivos de la empresa, disminuyendo averías, optimizando los recursos.

Fuente: Autores

1.9. Clasificación de los vehículos según la normativa INEN 2656

Esta norma establece la clasificación de los vehículos automotores identificados mediante características general de diseño y uso. Se aplica a todos los vehículos diseñados para circulación terrestre, esta norma no comprende maquinas tales como tractores agrícolas, forestales maquinaria industrial y equipo caminero. (Normativa-INEN)

- **Clasificación para motos**

Acontinuación se muestra la clasificación para motos.

Tabla 2. *Clasificación para motos*

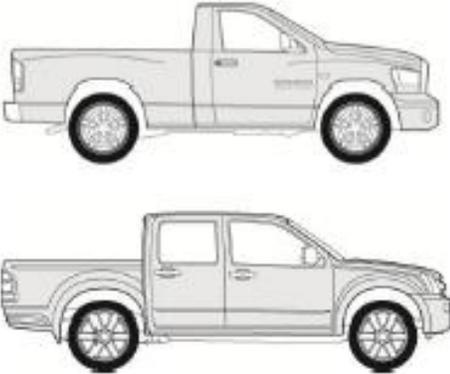
Código	Subclase	Clase
MTO	L1 L3	

Fuente: Autores

- **Clasificación para camionetas**

La clasificación para camionetas se muestra de la siguiente manera:

Tabla 3. *Clasificación para camionetas*

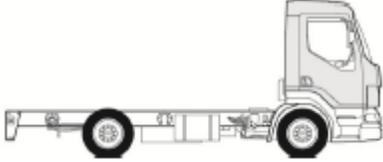
Código	Subclase	Clase
CMT	N1	

Fuente: Autores

- **Clasificación para camión tipo tanquero**

La clasificación para camiones se muestra de la siguiente manera:

Tabla 4. *Clasificación para camión tipo tanquero*

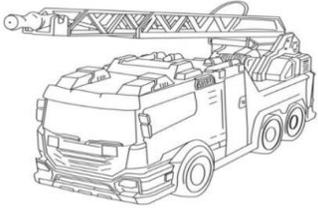
Código	Subclase	Clase
CMM	N2	<p style="text-align: center;">CAMIÓN MEDIANO</p> 

Fuente: Autores

- **Clasificación para camión tipo motobomba**

A continuación se muestra la clasificación para las motobombas.

Tabla 5. *Clasificación para motos*

Código	Subclase	Clase
OTR	M N O	

Fuente: Autores

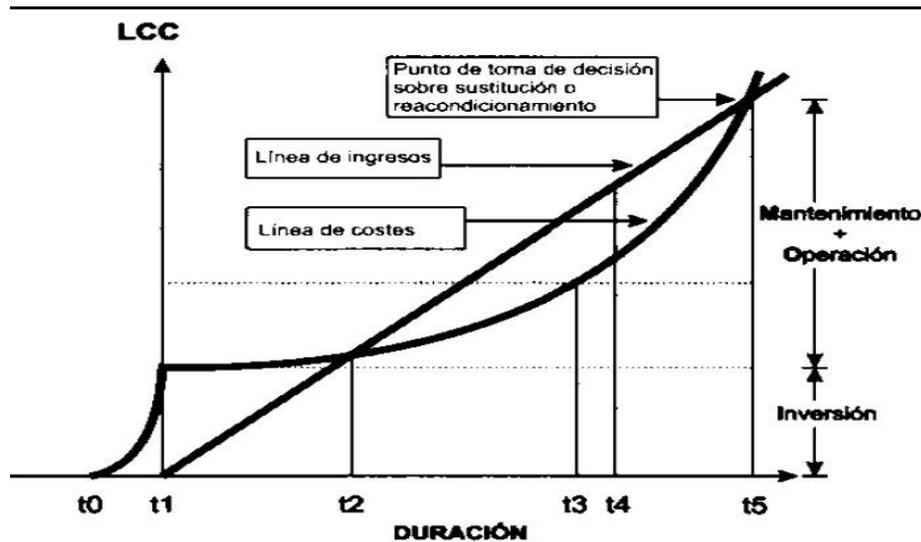
1.10. Costos de mantenimiento

Uno de los principales objetivos del mantenimiento es priorizar la rentabilidad de una organización, para lo cual se sugiere que esté encaminado a obtener la mayor rentabilidad viable, además se debe conseguir un equilibrio entre las cifras generadas por falta de mantenimiento, así como también del mantenimiento excesivo o superfluo. (Navarro & Pastor, 1997)

1.11. Ciclo de vida de un activo físico

En esta etapa se trata de aumentar la vida de un activo físico en asimilación con el periodo legal de amortización apoyándose en un mantenimiento apropiado del bien activo. Con este proceso de vida de un activo se concluye la rentabilidad técnica y con esto poder definir cuándo es adecuado un nuevo proceso de adquisición antes de dicha rentabilidad. (López & Guamán, 2015)

Figura 2. Grafica general del coste de ciclo de vida de un equipo



Fuente: (López & Guamán, 2015)

1.12. Análisis modal de fallos y efecto AMFE

Según Bellovi, Ramos, & Mata, (2004) menciona que el uso de esta herramienta es muy tradicional ya que es empleada en el ámbito de la calidad para la tipificación y análisis de desviaciones sean de funcionamiento o fallos.

Mediante este método cualitativo permite determinar los fallos más potenciales que se presentan en un componente perteneciente de un sistema, en el cual no se considera como fallo a los errores humanos, es decir, la mala operación que llegue afectar a los componentes. En ocasiones se considera las fallas que ocurren por el tiempo de operación.

Belloví, Ramos, & Mata, (2004) define de la siguiente manera:

- **Fallo o Modo de fallo:** Establece cómo una pieza o elemento puede fallar de manera significativa afectando el proceso o el proyecto del sistema y repercutiendo en el desempeño de las exigencias del cliente. Solo deben ser considerados como fallos técnicos, no se debe considerar a los errores humanos.
- **Efecto del fallo:** Se define como la manifestación que se presenta en el sistema por consecuencia del fallo que ocurrió y que puede ser apreciado por el usuario. Es una descripción cualitativa donde se detalla específicamente las consecuencias de la falla.

- **Causas del modo de fallo:** Se considera como el origen de la falla y que permite dirigir los recursos para evitar que la falla vuelva a ocurrir o nuevas fallas.
- **Gravedad:** Según Belloví, Ramos, & Mata, (2004) evalúa este factor mediante una escala permite evaluar en una escala de 1 a 10 dependiendo de la clasificación de la gravedad, 1 es muy baja y 10 muy alta, como se muestra a continuación en la tabla.

Tabla 6. *Criterios de gravedad*

Gravedad	Criterio	Valor
Muy baja	No se recomienda esperar a que el fallo origine alguna reacción	1
Baja	Este fallo puede originar un pequeño inconveniente en el cliente, pero es fácil de subsanar.	2-3
Moderada	El fallo ocasiona disgusto en el cliente, al observar deterioro en el sistema respecto al rendimiento.	4-6
Alta	El nivel de insatisfacción es elevado porque el fallo es considerado crítico.	7-8
Muy Alta	El fallo es muy crítico involucrando afectación en el funcionamiento del producto.	9-10

Fuente: Belloví, Ramos & Mata (2004)

1.12.1. Frecuencia

Se considera como la posibilidad de que la causa del fallo ocurra y que genere al modo de fallo. Se evalúa con un nivel de 1 a 10, siendo 1 muy baja y 10 muy alta, como se evidencia en la tabla. (Belloví, Ramos, & Mata, 2004).

Tabla 7. Criterios de frecuencia

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy baja	No se registran procesos similares	1
Baja	Se registran fallos o procesos similares, además que son predecibles debido a la vida del sistema.	2-3
Moderada	Se registran fallos de forma ocasional, aparecen algunas veces en el sistema.	4-5
Alta	Los fallos registrados tiene frecuencia respecto a procesos previos.	6-8
Muy alta	La frecuencia del fallo es alta, inevitable.	9-10

Fuente: Belloví, Ramos y Mata (2004)

1.12.2. Detectabilidad

Es la forma con la que el usuario aprecia la falla con el objetivo de informar que se generen los daños en el activo o en el sistema. La diferencia de los otros factores es que la escala es inversamente que los demás, partiendo de 1 al 10, siendo 1 muy alta y 10 improbable, como se muestra en la tabla. (Belloví, Ramos, & Mata, 2004)

Tabla 8. Criterios de detectabilidad

Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy alta	Se detecta el defecto incluso por controles existentes	1
Alta	El defecto es fácil de detectar, pero en ocasiones puede escaparse a un primer control	2-3
Mediana	Se detecta el defecto pero es probable que no llegue al cliente.	4-6
Pequeña	Resulta un poco difícil la detección del defecto	7-8
Improbable	No se detecta el defecto	9-10

Fuente: Belloví, Ramos & Mata (2004)

1.13. Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Permite evaluar la prioridad del riesgo del fallo en el activo o sistema, es un cálculo matemático en el cual se multiplica los tres factores: gravedad, frecuencia y detectabilidad. El resultado de ese producto permitirá conocer el IPR, determinando si el valor es menor que 100 no necesitará intervención siendo que la solución sea fácil de llevar a cabo y permitirá mejoras en el activo o sistema. Si es mayor que 100 se considera que la falla requiere acciones más avanzadas sobre el sistema.

1.13.1. Descripción del método

Según (Belloví, Ramos, & Mata, 2004) determina que este método es orientativo que se diferencia por las actividades que realiza cada organización:

- Como paso previo se define si el método es para proceso o proyecto. Si es proceso se describen los elementos principales de la que está compuesto.
- Se coloca las maquinas o activos de los que están compuestos el proceso o proyecto.
- Se colocan los potenciales fallos que se han presentado en el tiempo determinado.
- Dependiendo las fallas, se coloca el modo de fallo, el efecto que produce el fallo y las causas que produjeron que exista el fallo.
- Se determina mediante una escala numérica los siguientes factores: la gravedad de la falla, la frecuencia con la que ocurre la falla y la facilidad de detectar el fallo.
- Se realiza una multiplicación de los 3 factores para calcular el índice de prioridad de riesgo

1.14. Análisis de Pareto.

El análisis de Pareto consiste en una técnica estadística de forma simple y sencilla, cuya función u objetivo es diferenciar los parámetros más conocidos, considerando una variable de investigación o estudio, mediante el análisis del gráfico; además de identificar la criticidad de un elemento. (Valbuena, S. F).

Esta técnica es conocida popularmente como la regla del ochenta veinte, es decir que el 80% de los efectos se debe al 20% de los factores, Wilfrido Pareto señaló empíricamente que esta regla podría aplicarse en diversas situaciones de la vida cotidiana, uno de los ejemplos es cuando se realiza el análisis de fallas, la

calidad o control de los productos. Se menciona además que las variables pueden constituir la cantidad de fallas, los costos que han tenido las mismas, el tiempo que ha tomado repararlas, etc. (Ogaz, 2018)

Para llevar a cabo esta metodología se realiza las siguientes etapas:

- Determinación o definición del problema y el alcance que ha tenido.
- Identificar la variable de estudio.
- Enlistar las posibles causas que originaron el problema señalando su frecuencia absoluta.
- Organizar de forma ordenada de mayor a menor la lista de orígenes teniendo en cuenta la frecuencia absoluta.
- Calcular los resultados como las frecuencias relativas de cada causa y a su vez calcular la frecuencia acumulada. (Valbuena, S. F)
- Elaborar un histograma, considerando los valores obtenidos en la columna de frecuencia acumulada. (Valbuena, S. F)
- Elegir los acontecimientos o causas y de ellos verificar si la suma de forma acumulada es igual o mayor al 80% de las causas. Estos eventos concernirán al 20% mencionados por Pareto. (Valbuena, S. F)

Capítulo II

2. Marco metodológico

La investigación se encaminó y desarrolló bajo la metodología mixta, es decir cualitativa y cuantitativa, ya que se recopilan datos mediante herramientas como diarios de campo, especificando información sobre la flota vehicular del CBMCP (Cuerpo de Bomberos Municipales del Cantón Pasaje).

Los autores de la presente investigación desarrollaron una base de datos del CBMCP, considerando la clasificación organizacional y manuales técnicos que ayudan a desarrollar un plan de mantenimiento adecuado para aplicarse en la flota.

La creación de esta base de datos se da mediante el método analítico; el cual es usado para procesar los datos obtenidos de todos los vehículos. Aquí se analiza cada variable que determine el estado de la flota y sus mantenimientos correspondientes. Se menciona que se realizará una clasificación para el análisis de cada vehículo, separándolos de acuerdo con las siguientes características:

- Tipos de vehículos
- Funcionalidad
- Tipo de combustible
- Marcas

Esta base de manuales técnicos y datos de los vehículos constituyen parte elemental dentro de la creación de un plan de mantenimiento para la flota vehicular del CBMCP.

Además se menciona que los autores obtuvieron datos mediante historiales e inventarios de mantenimiento que poseen cada una de las unidades y equipos de emergencia, de igual manera se utilizó el método analítico ya que cada vehículo cuenta con hojas de registro, por lo tanto después de cada jornada de emergencia asistida se realiza un registro donde se guarda la información del trabajo realizado, así como también el desempeño de los vehículos, equipos, kilometraje recorrido o a su vez horas de funcionamiento y el responsable de dicha unidad de emergencia.

Considerando los fundamentos teóricos, investigaciones vinculadas y la metodología para crear un plan de mantenimiento se procede a realizar el levantamiento de datos específicos del Cuerpo de Bomberos Municipal del cantón Pasaje

2.1. Levantamiento de datos Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pasaje

La recopilación de datos se derivó de la exhaustiva revisión de información que proporcionó oportunamente el departamento de mantenimiento del CBMCP, cabe mencionar que todos los aspectos señalados son los evidenciados por los autores de la presente investigación a lo largo del periodo de estudio y análisis.

2.1.1. Información general

El Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pasaje, es un Organismo de Derecho Público eminentemente técnico y adscrito al GAD Municipal del Cantón Pasaje, al servicio de la comunidad dentro de su jurisdicción, destinada específicamente a defender a las personas y a las propiedades contra el fuego, socorrer en catástrofes o siniestros y efectuar acciones de salvamento y de rescate; que se regirá por las disposiciones de la ley de Defensa contra Incendios y el presente Reglamento, para el cumplimiento de sus objetivos institucionales podrá requerir cuando lo considere necesario, asesoramiento técnico a los organismos cantonales, provinciales, y/o nacionales, así como su intervención. En el cumplimiento de sus objetivos desarrollará todas las actividades de manera sostenible, sustentable y competitiva con base en un alto nivel de calidad y seguridad. (Cuerpo de Bomberos Municipal de Pasaje, 2021)

Misión

Brindar asistencia para salvaguardar vidas y protección de bienes con acciones oportunas y técnicas en rescate, prevención y extinción de flagelos y auxilio ante los eventos antrópicos y naturales en beneficio de la comunidad. (Cuerpo de Bomberos Municipal de Pasaje, 2021)

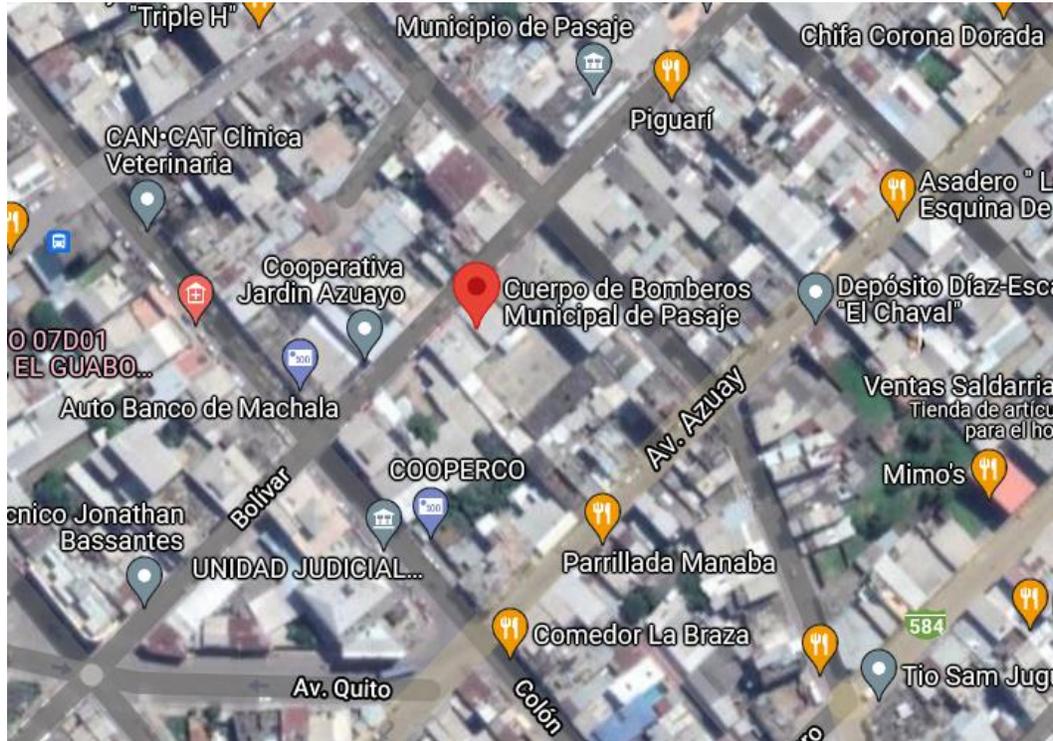
Visión

Entidad altamente técnica en rescate, protección, prevención y extinción de incendios, conformada por profesionales especializados en acciones emergentes para proteger las vidas y bienes de la comunidad, anhelando disminuir los índices de riesgos y flagelos. (Cuerpo de Bomberos Municipal de Pasaje, 2021)

2.1.2. Ubicación

El Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pasaje, está ubicado en la calle Bolívar entre Colón y, Juan Montalvo.

Figura 3 Ubicación del CBMCP

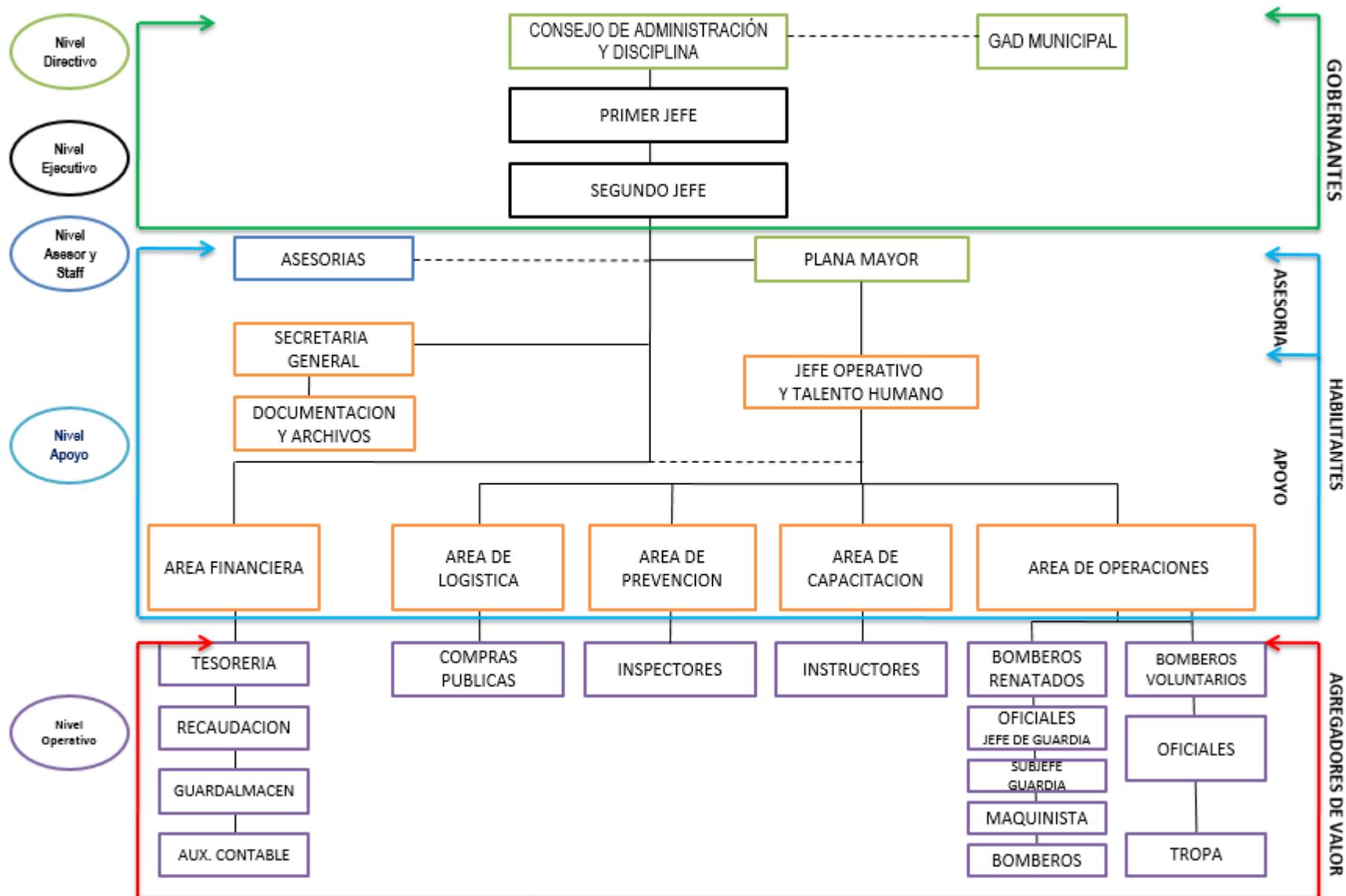


Fuente: (Maps, 2021)

2.1.3. Estructura Organizacional del CBMCP

A continuación se presenta un organigrama de la estructura y distribución de funciones de los departamentos e integrantes del CBMCP

Figura 4 Organigrama estructural del CBMCP



Fuente: (Cuerpo de Bomberos Municipal de Pasaje, 2021)

2.1.4. Flota vehicular del CBMCP

El GAD municipal de Pasaje con su empresa Pública del Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pasaje, constan con una flota de vehículos, livianos, semipesados y maquinaria que prestan su contingente en beneficio del Cantón.

En la siguiente tabla se muestra el listado de vehículos con su descripción para el estudio.

Tabla 9. *Nómina de los vehículos del Cuerpo de Bomberos de Pasaje*

N° I/D	Denominación	Modelo	Año fab.	Motor	Chasis	Marca	Estado
1	Rumiñahui	W400	1963	--	W255T008623	Ford	Regular
2	Atahualpa	800	1974	F805U782442	F805U782442	Ford	Mal estado
3	Calicuchima	700	1980	F70BVJ06457	F70BVJ06457	Ford	Bueno
4	Toa	350SD	2001	1FDWX36F61EC18 186	1FDWX36F61EC18 186	Ford	Bueno
5	Jubones	BenRosenbauer	1998	37796410401320	9BM695016WB1645 30	Mercedez Benz	Bueno
6	Túpac	Luv D-max C/S V6 4X4 T/M	2006	240695	8LBETF2G3600001 87	Chevrolet	Bueno
7	Hualcopo	Fvr 32p chasis cabinado	2007	6HE1407917	JALFVR32G770000 16	Chevrolet	Bueno

8	Shyris	Luv D-max C/D DIESEL 4X4 T/M	2008	549958	8LBETF1E98001043 5	Chevrolet	Bueno
9	Athina	NKR II Chasis cabinado	2009	751823	9GDNKR5599B133 248	Chevrolet	Bueno
10	Daquilema	GH1JMUA	2009	J08CTT34979	JHDGH1JMU9XX1 3862	Hino	Regular
11	Jumandi	XZU423L-HKMRD3	2011	N04CTT21974	9F3YT20H5B60005 06	Hino	Regular
12	Pintag	XZU423L-HKMRD3	2011	N04CTT22012	9F3YT20H6B60005 01	Hino	Regular
13	Moto	DY150-4	2010	YH162FMJA66098 10	LWPPCK7A1A6609 810	DAYTONA	Bueno
14	Movil-1	Grand Vitara SZ Next AC 2,4 5P 4X4	2015	J24B1255894	8LDCK731F026504 8	Susuki	Bueno
15	E-1	Mz	1987	1S9CT4M04HC185 256	1S9CT4M04HC1852 56	SpartanMZ1 08	Bueno
16	Moto	200GY-8	2018	163FMLJAD18414	LRSJCML08J02075 08	Ranger	Excelent

Fuente: Autores

2.1.5. Clasificación de los vehículos para el uso

Según revisión de documentos, se menciona que los vehículos se organizan de la siguiente manera:

Vehículos de emergencia: corresponden a vehículos con equipamiento para atender emergencias y salvaguardar vidas.

Vehículos de servicio: estos vehículos tienen la función de brindar una asistencia rápida y de poca gravedad. (Cuerpo de Bomberos Municipal de Pasaje, 2021)

Tabla 10. *Clasificación de los vehículos de CBMCP*

Vehículos de emergencia	Vehículos de Servicio
Motobomba	Tanquero
Camión de rescate	Camiones
Escalera Retráctil	Camionetas

Fuente: *Autores*

Los vehículos que están sometidos a mayor desgaste son los vehículos de emergencia, debido a su trabajo forzado y constante de acudir a los diferentes percances para poder llegar en el menor tiempo posible a cubrir una emergencia. Por el estado de las vías y por el modo de manejo rápido tienden a sufrir mayor desgaste estos vehículos.

Considerando los datos mencionados con anterioridad, los autores del proyecto clasifican a la flota vehicular de la siguiente manera:

Tabla 11. *Vehículos de emergencia y de servicio del CBMCP*

Número	Denominación	Tipo
1	Rumiñahui	Motobomba
4	Toa	Rescate
5	Jubones	Motobomba
6	Túpac	Logístico
7	Hualcopo	Motobomba
8	Shyris	Logístico
9	Athina	Rescate

10	Daquilema	Motobomba
11	Jumandi	Motobomba
12	Pintag	Motobomba
13	Moto	Inspección
14	Movil-1	Logístico
15	E-1	Escalera Retráctil
16	Moto	Inspección

Fuente: Autores

2.1.6. Gestión actual del mantenimiento de la flota vehicular de CBMCP

Toda la flota vehicular del Cuerpo de Bomberos de Pasaje realizan gestiones de mantenimiento preventivo y correctivo en las mecánicas aledañas al sector de ubicación, dentro de las actividades realizadas se destacan;

Tabla 12. Tipos de mantenimiento que realiza la flota vehicular de CBMCP

Tipo de mantenimiento	Actividades realizadas
Mantenimiento Preventivo	Limpieza Revisión de inyectores, bomba de alimentación, tanque de combustible, Bomba de inyección, cañerías, sueldas, chapas de puertas, disco de frenos. ABC de frenos, calibración de frenos Batería, Compresor
Mantenimiento Correctivo	Se ejecutan en base a los daños presentados como: Fuga de aire, reles, fusibles, iluminación, cañerías de aire, tambores, zapatas y pastillas, fuga de aceite, mangueras, fugas de refrigeración, entre otras.

Fuente: Autores

2.1.7. Etapas para efectuar el mantenimiento vehicular del CBMCP

- El Departamento de Logística emitirá la orden de trabajo al oferente para que proceda a realizar el trabajo requerido.

- El oferente dará prioridad en la atención de las unidades con un tiempo de respuesta de dos (2) horas máximo después de haber recibido el requerimiento y la orden de trabajo.
- Los vehículos ingresarán al taller a realizar el mantenimiento correctivo que se detalla en la Orden de Trabajo, al momento del ingreso de la unidad, se realizará un acta de ingreso del vehículo al taller firmada por el conductor y el jefe de taller, donde se hará constar el estado en que ingresa el vehículo, accesorios, piezas y partes, nivel de combustible y más datos que permitan garantizar y respaldar al taller y al usuario.
- El oferente informara vía mail al Administrador del Contrato el diagnóstico de la unidad y adjuntará la proforma, la cual será aprobada por el Administrador del Contrato con visto bueno del Primer Jefe del CBMCP. La proforma debe incluir el tiempo de entrega del vehículo.
- Los repuestos deberán ser nuevos con garantía. El oferente entregará mediante acta de entrega recepción, los repuestos, partes o piezas que hayan sido reemplazados durante los trabajos de mantenimiento. El acta deberá contener: detalle de los repuestos devueltos, nombre del funcionario que entrega el vehículo y la fecha, nombre del conductor que retira el vehículo y la fecha y demás información requerida por el Administrador del contrato.
- Una vez ejecutado el servicio, el oferente solicitará a la contratante realizar la respectiva prueba de ruta, la misma que se realizará entre el conductor responsable del vehículo y un técnico del taller con la finalidad de que el servicio quede a satisfacción de la entidad contratante.
- El conductor responsable de la unidad será el responsable de retirar la misma y verificar que se encuentre operativa una vez realizado el respectivo mantenimiento.
- Por cada servicio de mantenimiento correctivo el oferente deberá entregar el vehículo realizado un lavado express y limpieza de interiores sin ningún costo adicional.
- Al momento de retirar la unidad de los talleres, el oferente entregará al conductor el acta de entrega recepción de los repuestos reemplazados (a excepción de los que debido a temas de gestión ambiental no pueden ser entregados por la contratista). Los documentos tales como: orden de trabajo debidamente firmada y el respectivo informe técnico en los casos que se describen anteriormente, serán enviados al Administrador del Contrato.

2.1.8. Clausulas establecidas por el CBMCP para la contratación de servicios de reparación y mantenimiento de los sistemas mecanicos y complementos.

- **El mantenimiento** se realizará a todos los vehículos del Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pasaje, contando con los siguientes servicios:
 - Asesoría técnica.
 - Servicio de auxilio mecánico a domicilio.
 - Servicio de Grúa para traslado de unidades desde el lugar donde se encuentren averiadas hasta el taller
- **Personal Técnico Minino:** El oferente deberá contar con el personal apto y capacitado para realizar el mantenimiento a fin a este proceso.

En la oferta adjuntara soportes del conocimiento y experiencia como la hoja de vida del correspondiente al personal técnico.

Tabla 13. Perfil del personal de taller requerido para la contratación de servicios de reparación y mantenimiento de CBMCP

N	Función	Cant.	Experiencia mínima	Título
1	Jefe de taller	1	10 años de experiencia brindando servicio de mantenimiento	Ingeniero y/o tecnologo En la rama de Mecánica Automotriz
2	Mecánico	3	3 años de experiencia en reparaciones y mantenimiento	Minimo bachiller
3	Ayudante de mecánico	3	2 años de experiencia en reparaciones y mantenimiento mecánico	Minimo bachiller

Fuente: (Cuerpo de Bomberos Municipal de Pasaje, 2021)

- **Experiencia General:** La experiencia general presentara un contrato por reparación mecánica en general equivalente al 20% del valor referencial del presente proceso, el

mismo que se demostrara con la presentación de la copia del acta de entrega recepción definitiva.

- **Experiencia Específica:** Para experiencia específica presentara un contrato por reparación, mantenimiento en vehículos de emergencia equivalente al 10% del valor referencial del presente proceso, el mismo que se demostrara con la presentación de la copia del acta de entrega recepción definitiva.
- **Equipo De Trabajo:** El oferente debe disponer de los equipos de trabajo como básicos para realizar un trabajo garantizado, adjuntara un listado sin incluir marca ni procedencia con fotografías de los mismos para que el Cuerpo de Bomberos Municipales del Cantón Pasaje pueda distinguir la maquinaria a usar

Tabla 14. Listado de equipo de trabajo requerido por el CBMCP para realizar la contratación de servicios

1	Grua (adjuntar documentos legalizados y vigentes)	Para remolque de vehiculos en caso de ser necesario, matricula y revision vigente.
1	Soldadora tic	Para la soldadora y reparación de cuerpo de aluminio.
1	Compresor de aire	Minimo de 2 hp para realizar la pintura de los vehículos
1	Soldadora MIG	Para realizar soldaduras de precisión.
1	Soldadora Oxi Acetilenica	Para realizar parches en cuerpos afectados por corrosión.
1	Plasma	Para realizar cortes de estructuras metálicas de ser necesario
1	Cizalla	Para realizar los diversos cortes en las planchas galvanizadas que se ocuparan para realizar las reparaciones
2	Gatas lagarto	Para facilitar la operación de trabajos en ciertas operaciones de mecánica

2	Elevador hidráulico	Para facilitar la operacion de trabajos en suspensiones, frenos, cambios de kit de embragues y otros trabajos
3	Kit de herramienta basica para mecánica	Para desarmar y armar partes del vehículo que se requiera. Ademas de equipos de seguridad y proteccion para el personal que ejecutara la obra
1	Escaner automotriz	Para dar el servicio de un escaneo del vehículo y encontra alguna falla.

Fuente: (Cuerpo de Bomberos Municipal de Pasaje, 2021)

- **Plazo de ejecución:** Para este proceso de contratación es total y tendrá una duración de 292 días a partir de la respectiva firma del contrato.
- **Vigencia de la oferta:** Se menciona que la vigencia será de 60 días calendario.
- **Presupuesto referencial.:** El presupuesto referencial es de 75.000 más IVA, con Cargo de los ítems 530422 denominado Mantenimiento y Reparación de vehículos terrestres y 530841 denominado Repuestos y Accesorios para vehículos terrestres.
- **Forma y condición de pago:** No se otorgarán anticipos. Se pagará contra entrega recepción de factura por trabajos cumplidos en forma mensual mediante transferencia bancaria a favor del contratista, conforme con los trabajos realizados. Para la cancelación de la factura por el servicio ejecutado se presentara la siguiente documentación:
 - Orden de trabajo.
 - Acta de entrega de recepción.
 - Informe de satisfacción firmado por el administrador del contrato.
 - Factura original y proforma.
- **Multas:** Se menciona que por cada día de retardo la multa será del 1 por 1000 del valor total del contrato; además se recalca que si el valor de las multas supera el 5% del valor del contrato, el CBMCP darña por terminado el contrato.

2.1.9. Historial de mantenimiento durante los años 2018 hasta el 2020

Las unidades del Cuerpo de Bomberos Municipal del Canton Pasaje ha realizado la gestión de mantenimiento durante el período correspondido a 2018 – 2020, de la siguiente manera:

Tabla 15. *Historial de mantenimiento realizado en la flota vehicular (2018-2020)*

I.d. Institucional	Placa	Denominación	Marca	Tipo	Año fab.	Modelo
1	S/n	Rumiñahui	Ford	Tanquero	1963	W400
Detalle de reparaciones: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mantenimiento correctivo de motor ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de transmisión ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de embrague ➤ Mantenimiento correctivo de dirección ➤ Mantenimiento correctivo de suspensión ➤ Mantenimiento correctivo de frenos ➤ Mantenimiento correctivo del sistema eléctrico ➤ Mantenimiento correctivo de carrocería, pintura y chasis 						
I.d. Institucional	Placa	Denominación	Marca	Tipo	Año fab.	Modelo
4	S/n	Toa	Fo	Rescate	200	350sd
Detalle de reparaciones: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mantenimiento correctivo de: motor, sistema de combustible, escape, refrigeración, dirección, suspensión, transmisión,, frenos, eléctrico. ➤ Mantenimiento correctivo de carrocería, pintura y chasis. ➤ Mantenimiento correctivo de tapicería. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de bombeo. ➤ Mantenimiento correctivo de tanque de agua. ➤ Mantenimiento correctivo de accesorios de equipos de bomberos. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema hidráulico. 						
I.d. Institucional	Placa	Denominación	Marca	Tipo	Año fab.	Modelo
5	S/n	Jubones	Mercedes benz	Motobomba	1998	L.1620/45 rosenbauer

Detalle de reparaciones:

- Mantenimiento correctivo de motor.
- Mantenimiento correctivo de sistema de combustible.
- Mantenimiento correctivo de sistema de escape.
- Mantenimiento correctivo de sistema de refrigeración.
- Mantenimiento correctivo de sistema de dirección.
- Mantenimiento correctivo de sistema de suspensión.
- Mantenimiento correctivo de sistema de transmisión.
- Mantenimiento correctivo de sistema de frenos.
- Mantenimiento correctivo de sistema eléctrico.
- Mantenimiento correctivo de tapicería.
- Mantenimiento correctivo de sistema de bombeo.
- Mantenimiento correctivo de tanque de agua.
- Mantenimiento correctivo de accesorios de equipos de bomberos.
- Mantenimiento correctivo de sistema hidráulico.

I.d. Institucional	Placa	Denominación	Marca	Tipo	Año fab.	Modelo
6	Oea0464	Tupac	Chevrolet	Rescate	2006	Luv d-max c/s

Detalle de reparaciones:

- Mantenimiento correctivo de motor.
- Mantenimiento correctivo de sistema de combustible.
- Mantenimiento correctivo de sistema de escape.
- Mantenimiento correctivo de sistema de refrigeración.
- Mantenimiento correctivo de sistema de dirección.
- Mantenimiento correctivo de sistema de suspensión.
- Mantenimiento correctivo de sistema de transmisión.
- Mantenimiento correctivo de sistema de frenos.
- Mantenimiento correctivo de sistema eléctrico.
- Mantenimiento correctivo de tapicería.
- Mantenimiento correctivo de sistema hidráulico.

I.d. Institucional	Placa	Denominación	Marca	Tipo	Ano fab.	Modelo
7	Oea0464	Hualcupo	Chevrolet	Tanquero	2007	Fvr 32p chasis cabinado

Detalle de reparaciones:

- Mantenimiento correctivo de motor.
- Mantenimiento correctivo de sistema de combustible.
- Mantenimiento correctivo de sistema de escape.
- Mantenimiento correctivo de sistema de refrigeración.
- Mantenimiento correctivo de sistema de dirección.
- Mantenimiento correctivo de sistema de suspensión.
- Mantenimiento correctivo de sistema de transmisión.
- Mantenimiento correctivo de sistema de frenos.
- Mantenimiento correctivo de sistema eléctrico.
- Mantenimiento correctivo de carrocería, pintura y chasis.
- Mantenimiento correctivo de tapicería.
- Mantenimiento correctivo de sistema de bombeo.
- Mantenimiento correctivo de tanque de agua.
- Mantenimiento correctivo de accesorios de equipos de bomberos.
- Mantenimiento correctivo de sistema hidráulico.

I.d. Institucional	Placa	Denominación	Marca	Tipo	Año fab.	Modelo
8	Oea 0465	Shyris	Chevrolet	Logística	2008	Luv d-max c/d diesel

Detalle de reparaciones:

- Mantenimiento correctivo de motor.
- Mantenimiento correctivo de sistema de combustible.
- Mantenimiento correctivo de sistema de escape.
- Mantenimiento correctivo de sistema de refrigeración.
- Mantenimiento correctivo de sistema de dirección.
- Mantenimiento correctivo de sistema de suspensión.
- Mantenimiento correctivo de sistema de transmisión.
- Mantenimiento correctivo de sistema de frenos.
- Mantenimiento correctivo de sistema eléctrico.
- Mantenimiento correctivo de carrocería, pintura y chasis.
- Mantenimiento correctivo de tapicería.
- Mantenimiento correctivo de sistema hidráulico.

I.d. Institucional	Placa	Denominación	Marca	Tipo	Año fab.	Modelo
9	Oei1 187	Athina	Chevrolet	Rescate	2009	Nkr ii chasis

Detalle de reparaciones:

- Mantenimiento correctivo de motor.
- Mantenimiento correctivo de sistema de combustible.
- Mantenimiento correctivo de sistema de escape.
- Mantenimiento correctivo de sistema de refrigeración.
- Mantenimiento correctivo de sistema de dirección, suspensión y transmisión.
- Mantenimiento correctivo de sistema de frenos.
- Mantenimiento correctivo de sistema eléctrico.
- Mantenimiento correctivo de carrocería, pintura y chasis.
- Mantenimiento correctivo de tapicería.
- Mantenimiento correctivo de sistema de bombeo.
- Mantenimiento correctivo de tanque de agua.
- Mantenimiento correctivo de accesorios de equipos de bomberos.
- Mantenimiento correctivo de sistema hidráulico.

I.d. Institucional	Placa	Denominación	Marca	Tipo	Año fab.	Modelo
10	Oea 1150	Daquilema	Hino	Motobomba	2009	Gh1jmua

Detalle de reparaciones:

- Mantenimiento correctivo de motor.
- Mantenimiento correctivo de sistema de combustible, escape, refrigeración, dirección.
- Mantenimiento correctivo de sistema de suspensión, transmisión y frenos.
- Mantenimiento correctivo de sistema eléctrico.
- Mantenimiento correctivo de carrocería, pintura y chasis.
- Mantenimiento correctivo de tapicería.
- Mantenimiento correctivo de sistema de bombeo.
- Mantenimiento correctivo de tanque de agua.
- Mantenimiento correctivo de accesorios de equipos de bomberos.
- Mantenimiento correctivo de sistema hidráulico.

I.d. Institucional	Placa	Denominación	Marca	Tipo	Año fab.	Modelo
11	Oei11 26	Jumandi	Hino	Motobomba	2011	Xzu423l-hkmd3

Detalle de reparaciones:

- Mantenimiento correctivo de motor, combustible, escape y refrigeración.
- Mantenimiento correctivo de sistema de dirección.
- Mantenimiento correctivo de sistema de suspensión, transmisión, frenos, eléctrico
- Mantenimiento correctivo de carrocería, pintura y chasis.
- Mantenimiento correctivo de tapicería.
- Mantenimiento correctivo de sistema de bombeo.
- Mantenimiento correctivo de tanque de agua.
- Mantenimiento correctivo de accesorios de equipos de bomberos.
- Mantenimiento correctivo de sistema hidráulico.

I.d. Institucional	Placa	Denominación	Marca	Tipo	Año fab.	Modelo
12	Oei1128	Pintag	Hino	Motobomba	2011	200 gy-8

Detalle de reparaciones:

- Mantenimiento correctivo de motor.
- Mantenimiento correctivo de sistema de combustible.
- Mantenimiento correctivo de sistema de escape.
- Mantenimiento correctivo de sistema de refrigeración.
- Mantenimiento correctivo de sistema de dirección.
- Mantenimiento correctivo de sistema de suspensión.
- Mantenimiento correctivo de sistema de transmisión.
- Mantenimiento correctivo de sistema de frenos.
- Mantenimiento correctivo de sistema eléctrico.
- Mantenimiento correctivo de carrocería, pintura y chasis.
- Mantenimiento correctivo de tapicería.
- Mantenimiento correctivo de sistema de bombeo.
- Mantenimiento correctivo de tanque de agua.
- Mantenimiento correctivo de accesorios de equipos de bomberos.
- Mantenimiento correctivo de sistema hidráulico.

I.d.	Placa	Denominación	Marca	Tipo	Año	Modelo
13	Ea298	Moto	Dayto	Inspeccion	2010	Dy150-4

Detalle de reparaciones:

- Mantenimiento correctivo de motor, escape, suspensión y frenos
- Mantenimiento correctivo de sistema eléctrico.
- Mantenimiento correctivo de caja de cambio.
- Mantenimiento correctivo de pintura y chasis.

I.d. Institucional	Placa	Denominación	Marca	Tipo	Año fab.	Modelo
14	Oea1 133	Movil-1	Suzuki	Logística	2015	Gran vitara sz
Detalle de reparaciones: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mantenimiento correctivo de motor. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de combustible. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de escape. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de refrigeración. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de dirección. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de suspensión. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de transmisión, frenos, eléctrico ➤ Mantenimiento correctivo de carrocería, pintura y chasis. 						
I.d. Institucional	Placa	Denominación	Marca	Tipo	Año fab.	Modelo
15		Carro escalera e-1	Spartan mz108	Escalera retractil	1987	Mz
Detalle de reparaciones: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mantenimiento correctivo de motor. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de combustible. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de escape. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de refrigeración. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de dirección. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de suspensión. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de transmisión. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de frenos. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema eléctrico. ➤ Mantenimiento correctivo de carrocería, pintura y chasis. ➤ Mantenimiento correctivo de tapicería. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema de bombeo. ➤ Mantenimiento correctivo de accesorios de equipos de bomberos. ➤ Mantenimiento correctivo de sistema hidráulico. 						
I.d. Institucional	Placa	Denominación	Marca	Tipo	Año fab.	Modelo
16	Fa707	Moto	Rang	Inspeccion	2018	

Detalle de reparaciones:

- Mantenimiento correctivo de motor.
- Mantenimiento correctivo de sistema de escape.
- Mantenimiento correctivo de sistema de suspensión.
- Mantenimiento correctivo de sistema de frenos.
- Mantenimiento correctivo de sistema eléctrico.
- Mantenimiento correctivo de caja de cambio.
- Mantenimiento correctivo de pintura y chasis

Fuente: (Cuerpo de Bomberos Municipal de Pasaje, 2021)

2.1.10. Costos anuales de la flota vehicular de CBMCP.

Los Costos anuales varían de acuerdo al tipo de gasto en mantenimiento que han realizado a la flota vehicular, como se expone en la siguiente tabla, la misma que especifica cifras significativas, de las cuales se considerará los dos últimos años que corresponden al periodo de estudio.

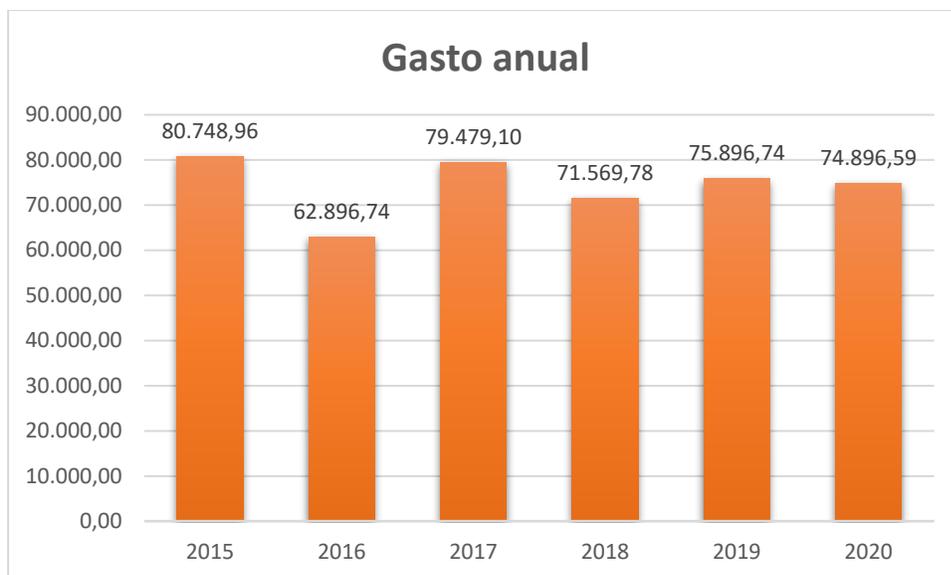
Tabla 16. *Gastos anuales de la flota vehicular del CBMP*

Año	Gasto anual	
2015	80.748,96	Mantenimiento correctivo de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Motor. ▪ Sistema de escape. ▪ Sistema de suspensión. ▪ Sistema de frenos. ▪ Sistema eléctrico. ▪ Caja de cambio ▪ Pintura y chasis
2016	62.896,74	
2017	79.479,10	
2018	71.569,78	
2019	75.896,74	
2020	74.896,59	
Total	445.487,91	

Fuente: Autores

La tabla especifica que los gastos que se han generado corresponden a mantenimiento correctivo realizado a los vehículos de la flota, los mismos que corresponden a motor, sistema de escape, sistema de suspensión, sistema de frenos, sistema eléctrico, caja de cambio, pintura y chasis. Se observa además que las cifras son similares los dos últimos años que corresponden al periodo de estudio por parte de los autores del proyecto.

Figura 5. *Gastos anuales de la flota vehicular del CBMCP*



Fuente: Autores

La figura muestra que en los dos últimos años de estudio los gastos de mantenimiento anual por reparación de motor y sistemas detallados con anterioridad, fueron en cantidades similares, es decir que en el 2019 los gastos fueron de 75.896.74 y en el 2020 de 74.896.59.

2.1.11. Gastos de cada vehículo desde el año 2018 hasta el 2020

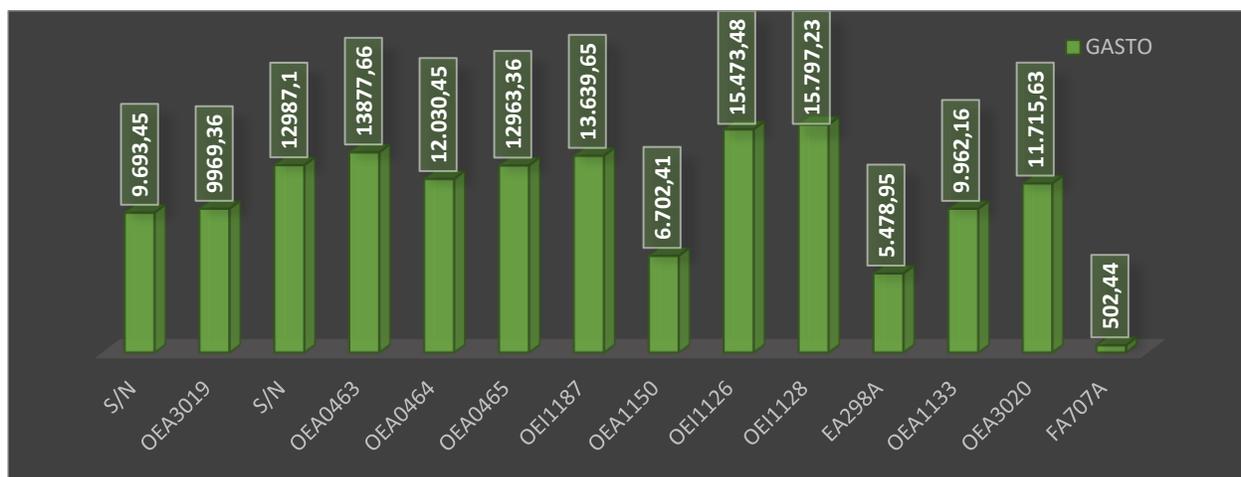
La tabla muestra los tipos de vehículos, modelo, año de fabricación, marca, placa y el gasto respectivo durante el periodo 2015 hasta el 2020, teniendo en cuenta la condición de cada uno.

Número	Tipo	Modelo	Año fab.	Marca	Placa	Gastos
1	Motobomba	W400	1963	Ford	S/N	9.693,45
4	Rescate	350SD	2001	Ford	OEA3019	9969,36
5	Motobomba	L.1620/45 Rosenbauer	1998	Mercedes Benz	S/N	12987,1
6	Logístico	Luv D-max C/S V6 4X4 T/M	2006	Chevrolet	OEA0463	13877,66
7	Motobomba	Fvr 32p chasis cabinado	2007	Chevrolet	OEA0464	12.030,45
8	Logístico	Luv D-max C/D DIESEL 4X4 T/M	2008	Chevrolet	OEA0465	12963,36
9	Rescate	NKR II Chasis cabinado	2009	Chevrolet	OEI1187	13.639,65

10	Motobomba	GH1JMUA	2009	Hino	OEA1150	6.702,41
11	Motobomba	XZU423L-HKMRD3	2011	Hino	OEI1126	15.473,48
12	Motobomba	XZU423L-HKMRD3	2011	Hino	OEI1128	15.797,23
13	Inspección	DY150-4	2010	DAYTO NA	EA298A	5.478,95
14	Logístico	Grand Vitara SZ Next AC 2,4 5P 4x4	2015	Suzuki	OEA1133	9.962,16
15	Escalera Retráctil	Mz	1987	SpartanM Z108	OEA3020	11.715,63
16	Inspección	200 GY-8	2018	Ranger	FA707A	502,44

Fuente: Autores

Figura 6 . Gastos de cada vehículo desde el año 2015 hasta el 2020.



Fuente: Autores

La figura expresa que el gasto más elevado lo obtiene el vehículo con placa OEI1128, con un valor de 15.797.23, cifra muy similar obtenida en el vehículo con placa OEI1126, de 15.473.48, mientras que el vehículo con menor coste generado es la motocicleta con un valor de 502.44.

2.1.12. Proveedores de servicios

Los proveedores de servicios del Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje entran en una fase de concurso, donde presentaran sus ofertas y costos de mantenimiento para la flota en su totalidad.

La empresa que se logre ganar el concurso estará encargada de proveer todo lo necesario en cuanto a repuestos, insumos, mano de obra y rescate que así lo requiera cada uno de los vehículos de la flota a fin de mantenerlos operativos durante todo el año y a cualquier hora que así lo requiera.

2.1.13. Historial de fallas en 24 meses de estudio

Después de detallar los vehículos de emergencia, el siguiente paso es determinar las fallas y los precios que se han presentado en los 24 meses de estudio, año 2019 y 2020.

2.1.14. Tipos de Fallas

Los Tipos de fallas de los vehículos del Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje fueron definidos por dos aspectos:

El personal mecánico de uno de los talleres que realiza los mantenimientos, reparaciones y corrección, ha definido la categoría que se muestra en la tabla estos son los problemas más comunes que se han evidenciado y agrupa las fallas en los siguientes tipos: Mecánicos, Eléctricos, Mantenimientos Preventivos y otros.

Tabla 17. *Número de fallos determinados en la flota vehicular de CBMCP (durante el estudio)*

	Sistemas Mecánicos	Sistemas Eléctricos	Mantenimiento preventivos	Otros	TOTAL
Rumiñahui	5	4	5	6	20
Atahualpa	7	5	2	4	18
Calicuchima	5	3	2	6	16
Toa	3	4	8	2	17
Jubones	10	5	7	5	27
Túpac	2	2	5	1	10
Hualcopo	7	4	6	2	19
Shyris	5	3	4	6	18
Athina	3	8	6	2	19
Daquilema	4	5	4	3	16
Jumandi	2	2	5	2	11
Pintag	2	3	6	2	13

Moto -1	2	2	3	1	8
Movil-1	3	2	1	2	8
E-1	7	5	2	1	15
Moto-2	2	1	2	2	7
Total	69	58	68	47	242

Fuente: *Autores*

En la tabla siguiente se muestra los diferentes tipos de fallas que se han presentado en los 24 meses de estudio para todos los vehículos, estas fallas son las que se han obtenido en los registros, ordenes de trabajo y facturas que tienen constancia en el cuerpo de bomberos, existen trabajos que fueron realizados y que no constan en los registro.

A continuación en la siguiente tabla se presenta una lista de fallas más comunes que se han presentado a lo largo de este estudio y están clasificadas de una manera fácil de comprender.

Tabla 18. *Fallas más comunes determinados en la flota vehicular de CBMCP*

Tipos de fallas	Números de fallas		Fallas más comunes
Mecánicos	69	12	Falta de potencia de los motores
		9	Problemas de inyectores Diésel
		13	Problemas en el Turbo e intercooler
		10	Problemas en el encendido inicial
		18	Fugas de aceite motor
		5	Reparaciones de motores
Eléctricos	58	25	Falla el sistema de luces
		14	Fallos en el sistema de arranque
		10	Fallo en el sistema de carga
Mantenimiento preventivo	68	50	Cambio de aceite y filtro
		18	Revisión y cambio de zapatas de Frenado
Otros	47	9	Chapa y pintura
		5	Tapicería
		9	Instalación de cintas Reflectivas

		18	Problemas en el sistema de suspensión
		6	Problemas en el aire acondicionado

Fuente: Autores

En la tabla se muestra las diferentes fallas que se han presentado en los 24 meses de estudio para los vehículos del cuerpo de bomberos, datos obtenidos de los registros, ordenes de trabajo y facturas, en un total de 249 fallas se han presentado durante este periodo de tiempo, recalando que son las que incluyen en los registros. Se menciona además que se procedió a realizar el análisis de criticidad en cada una de sus etapas para comprender hacia qué vehículo o equipo enfocarse de acuerdo a las prioridades.

2.1.15. Analisis de criticidad

El análisis de los equipos permite asignar de forma ordenada las prioridades en el instante de ejecutar la toma de decisiones en una empresa, en este caso específico, de la flota vehicular del CBCP, para ello se consideró a Pareto, y su metodología, citada con anterioridad, además de datos específicos referentes a las cifras de coste de mantenimiento de acuerdo a cada sistema:

Tabla 19. *Costes de mantenimiento generados en el periodo 2018-2020*

Coste	Descripción
\$ 45.993,77	Resolución de problemas de inyectores diésel, potencia de los motores, turbo e intercooler, fugas de aceite de motor y reparación del mismo.
\$ 39.863,48	Revisión de zapatas de frenado, cambio de zapatas, cambio de aceite y cambio de filtro.
\$ 35.998,36	Reparación de sistema de luces, sistema de arranque, sistema de carga.
\$ 28.937,72	Instalación de cintas Reflectivas, reparación de sistema de suspensión, aire acondicionado, chapa, pintura y tapizado.

Fuente: Autores

La tabla muestra los valores de costes de mantenimiento generados en el periodo de estudio, considerando que el valor de 28.937,72 corresponde al más bajo, mientras que con valor más alto corresponde al sistema mecánico con un valor de 45.993,77.

A continuación, se presenta una tabla donde se especifica el porcentaje de coste de mantenimiento general realizada a cada uno de los vehículos según el número de fallas correspondiente al sistema.

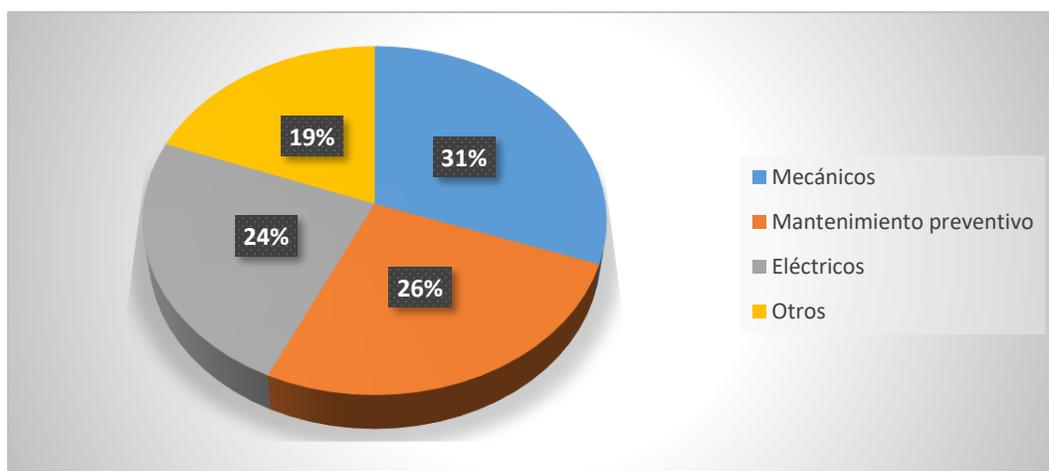
Tabla 20. *Número de fallas y coste según el sistema*

Sistema	Nº de fallas	Coste	Coste Acumulado	%
Mecánicos	69	\$ 45.993,77	\$ 45.993,77	31%
Mantenimiento preventivo	68	\$ 39.863,48	\$ 85.857,25	57%
Eléctricos	58	\$ 35.998,36	\$ 121.855,61	81%
Otros	47	\$ 28.937,72	\$ 150.793,33	100%

Fuente: Autores

La tabla muestra los costes de cada sistema, los costes acumulados y el porcentaje. El sistema mecánico con 68 fallas, cuyo costo de mantenimiento es de \$45.993,77 se considera más crítico, caso similar ocurre con el sistema de mantenimiento preventivo con 68 fallas y un coste de \$39.863,48, mientras que el sistema otros que hace referencia a chapa, pintura, tapicería, instalación de cintas Reflectivas, problemas en el sistema de suspensión, problemas en el aire acondicionado, tiene 47 fallas registrados con un valor de \$28.937.72

Figura 7. *Porcentaje de coste de cada uno de los sistemas*



Fuente: Autores

La figura muestra los porcentajes de coste cada uno de los sistemas, con un valor del 31% (mecánicos) y 26% (Mantenimiento preventivo) se consideran críticos.

El siguiente paso es generar el histograma con los porcentajes de frecuencias acumuladas de fallas que han presentado cada uno de los sistemas en el periodo de estudio, para ello se detalla el proceso para la obtención de la línea de Pareto.

2.1.16. Análisis de Pareto

2.1.16.1. **Situación o fenómeno a analizar:** Niveles críticos de costes de mantenimiento en cada uno de los sistemas constituyentes de la flota vehicular del Benemérito Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje

2.1.16.2. **Definir las causas del fenómeno o situación problemática:** Fallas generadas en cada uno de los sistemas constituyentes de la flota vehicular del Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pasaje, como son:

- Falta de potencia de los motores
- Problemas de inyectores Diésel
- Problemas en el Turbo e intercooler
- Problemas en el encendido inicial
- Fugas de aceite motor
- Reparaciones de motores
- Falla el sistema de luces
- Fallos en el sistema de arranque
- Fallo en el sistema de carga
- Cambio de aceite y filtro
- Revisión y cambio de zapatas de Frenado
- Chapa y pintura
- Tapicería
- Instalación de cintas Reflectivas
- Problemas en el sistema de suspensión
- Problemas en el aire acondicionado

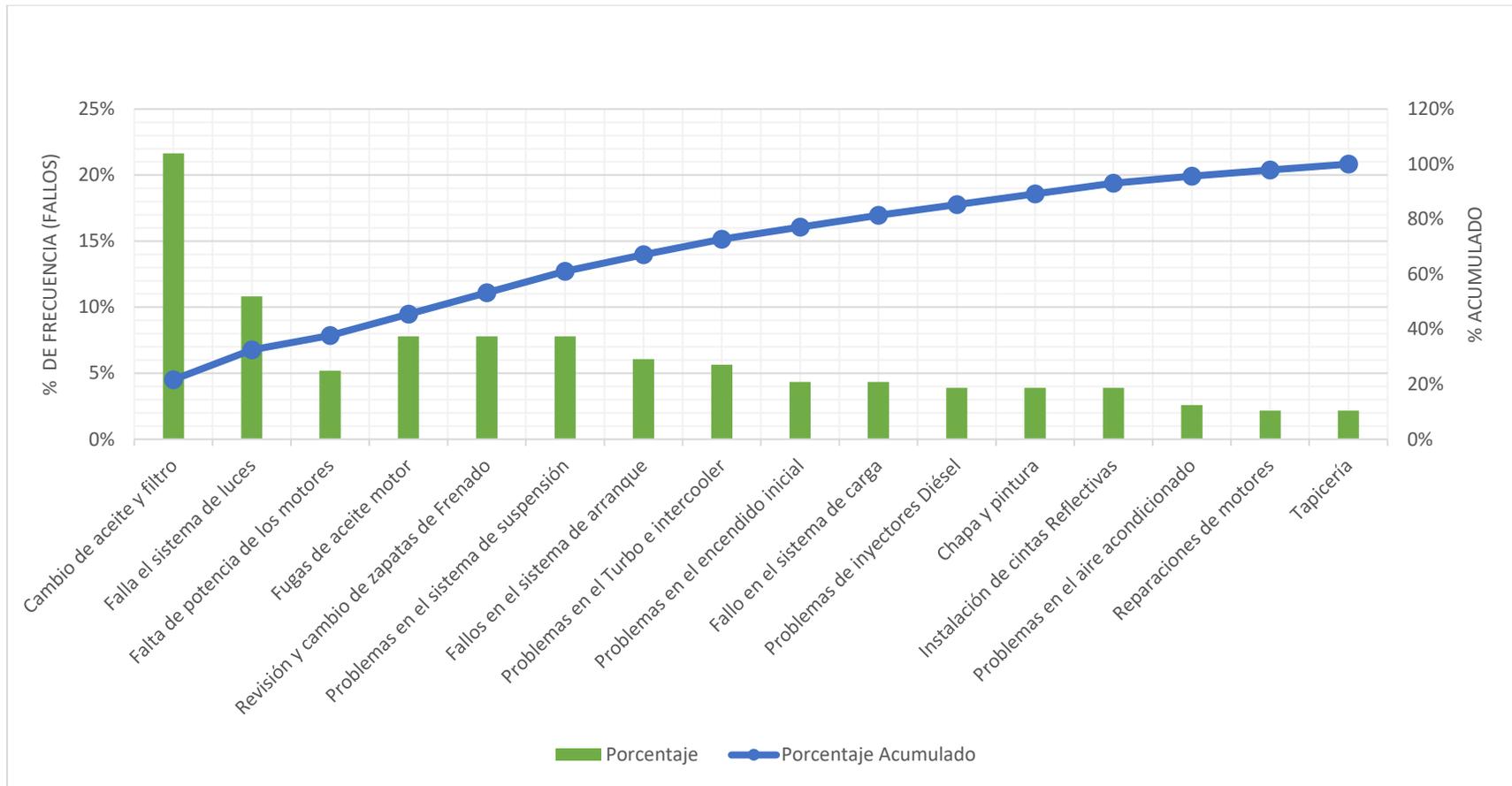
2.1.16.3. **Recopilación de datos:** Se tabula el número de fallas de mayor a menor, determinando la frecuencia, porcentaje y porcentaje acumulado.

Tabla 21. Frecuencias, porcentaje y porcentaje acumulado de las fallas de flota vehicular de CBMCP

Fallas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Cambio de aceite y filtro	50	22%	22%
Falla el sistema de luces	25	11%	32%
Falta de potencia de los motores	12	5%	38%
Fugas de aceite motor	18	8%	45%
Revisión y cambio de zapatas de Frenado	18	8%	53%
Problemas en el sistema de suspensión	18	8%	61%
Fallos en el sistema de arranque	14	6%	67%
Problemas en el Turbo e intercooler	13	6%	73%
Problemas en el encendido inicial	10	4%	77%
Fallo en el sistema de carga	10	4%	81%
Problemas de inyectores Diésel	9	4%	85%
Chapa y pintura	9	4%	89%
Instalación de cintas Reflectivas	9	4%	93%
Problemas en el aire acondicionado	6	3%	96%
Reparaciones de motores	5	2%	98%
Tapicería	5	2%	100%
Total	231	100%	

Fuente: Autores

Figura 8. Porcentajes acumulado de frecuencia de fallas de cada uno de los sistemas/ Análisis de Pareto



Fuente: Autores

La figura muestra la línea de Pareto donde se hace referencia que el 80% de las consecuencias de un fenómeno tiene que ver con el 20% de las causas, contextualizada al caso de estudio significa que lo que provoca las altas cifras de costes de mantenimiento son generados por fallas como: cambio de aceite y filtro, falla el sistema de luces, falta de potencia de los motores, fugas de aceite motor, revisión y cambio de zapatas de Frenado, problemas en el sistema de suspensión, fallos en el sistema de arranque, problemas en el Turbo e intercooler, problemas en el encendido inicial, los que corresponden al sistema de mantenimiento preventivo y mecánico.

2.1.17. Encuestas realizadas al personal del taller mecánico y a los conductores de los vehículos de la flota.

Para la recopilación de información verídica, los autores del proyecto realizaron encuestas con la finalidad de conocer cómo se realiza la gestión de mantenimiento en cada vehículo, la misma que se estructura de la siguiente manera, respecto a la población:

Tabla 22. *Población a la que se le realizó la encuesta*

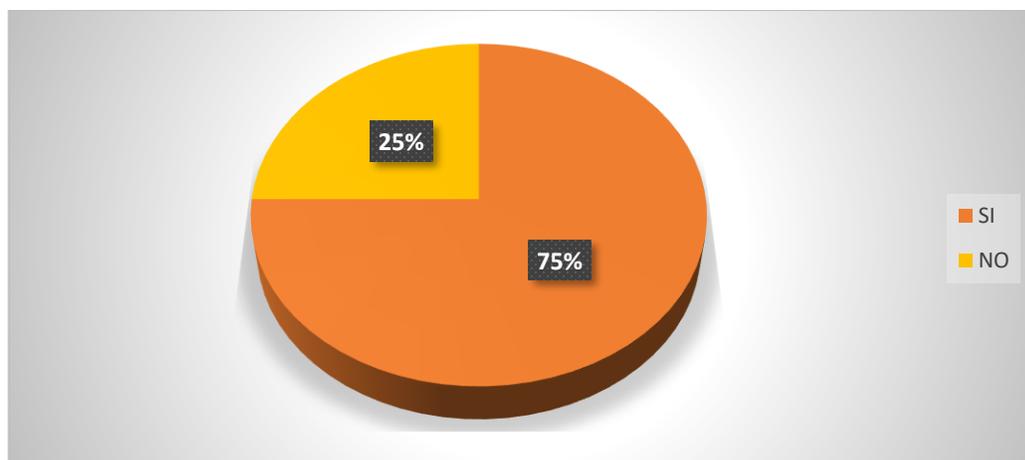
Población		Encuesta
20 personas	16 (conductores de los vehículos)	10 preguntas
	4 (personal del taller mecánico)	5 preguntas

Fuente: Autores

2.1.17.1. Encuestas realizadas al personal del taller mecánico

El personal del taller mecánico, como se mencionò con anterioridad, fue seleccionado en base a todas las clausulas de contrato y el cumplimiento de las mismas, además de constituir una fuente de información imprescindible para realizar la propuesta de plan de mantenimiento, ya que se le aplicaron encuestas cuyos resultados se reflejarán a continuación:

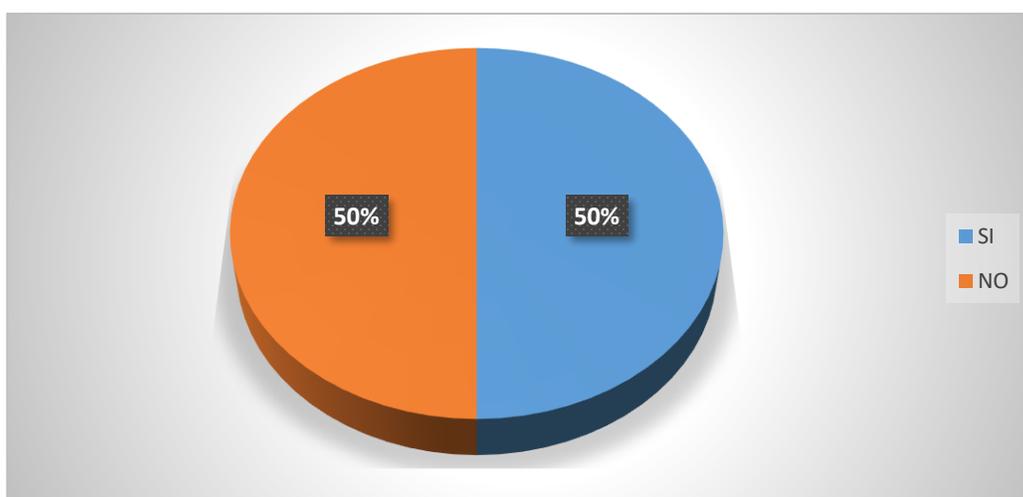
Figura 9. *¿La organización del taller, permite realizar los trabajos de manera rápida y eficaz?*



Fuente: Autores

La gráfica muestra el porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 1, realizada a los mecánicos encargados de realizar los mantenimientos respectivos a la flota vehicular del CBMCP, donde el 25% mencionó que la organización del taller no le permite realizar sus trabajos de forma eficaz, mientras que el 75% indica lo contrario.

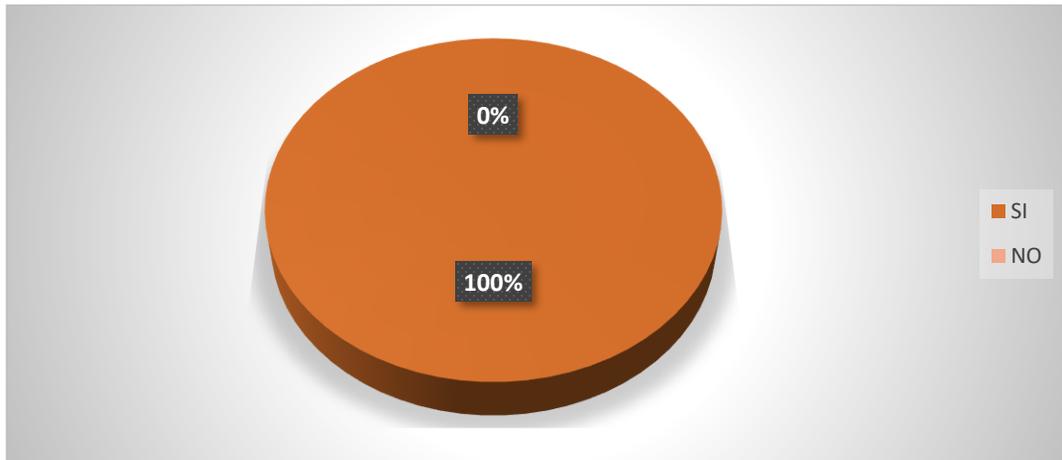
Figura 10. *¿El proceso de toma de decisiones del taller es ágil, efectivo y rápido?*



Fuente: Autores

En la siguiente grafica se muestra los resultados de la pregunta 2 de la encuesta realizada a los mecánicos donde el 50 % de los encuestados manifiesta que el proceso de tomar decisiones no es ágil ni mucho menos rápido, mientras que el otro 50% menciona lo contrario.

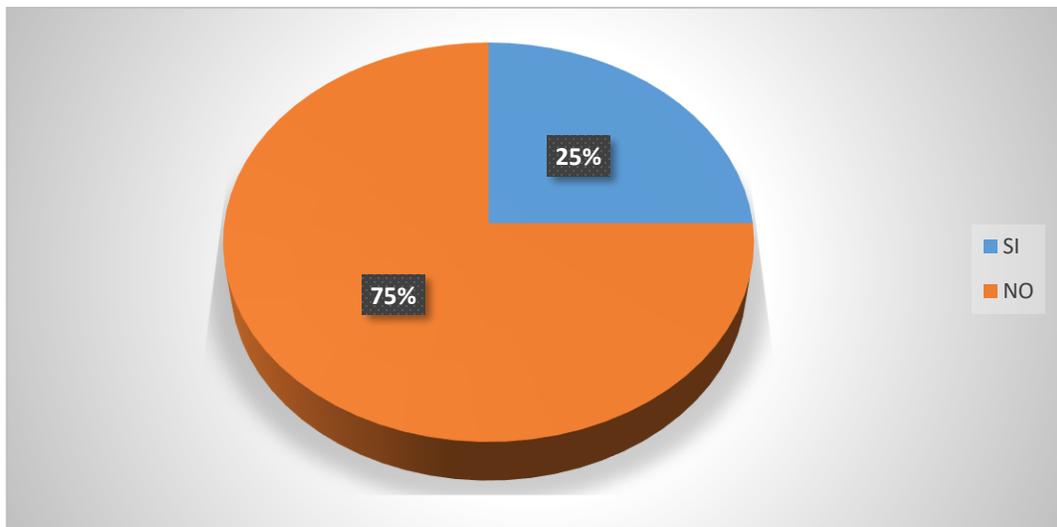
Figura 11. *¿Dispone de la información adecuada y precisa para realizar su trabajo?*



Fuente: Autores

En la grafica se visualiza los resultados de la pregunta 3, realizada a los mecánicos donde el 100% manifiesta que dispone de información adecuada y precisa para realizar correctamente su trabajo.

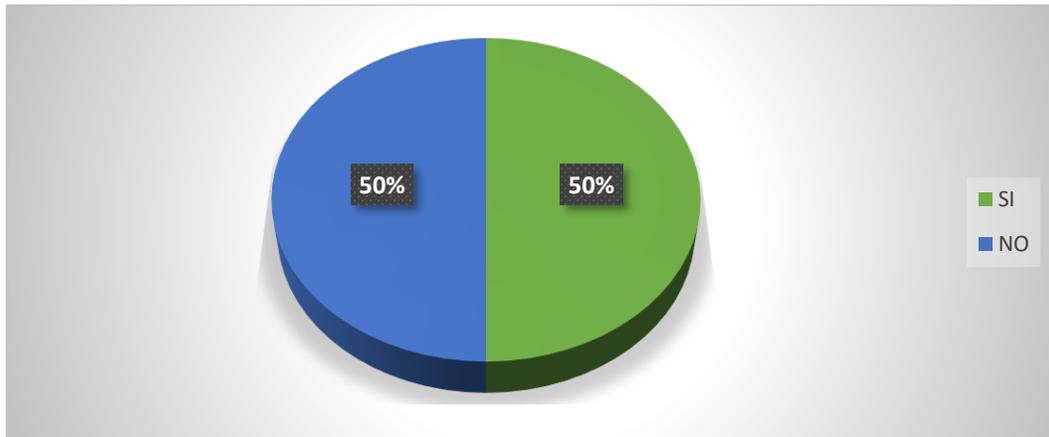
Figura 12. *¿Los proveedores les brindan capacitación necesaria para realizar los trabajos?*



Fuente: Autores

La grafica muestra los resultados de la pregunta 4, donde el 75% de los encuestados manifestaron que los proveedores no les brindan información para realizar sus trabajos, mientras que el 25% asegura lo contrario.

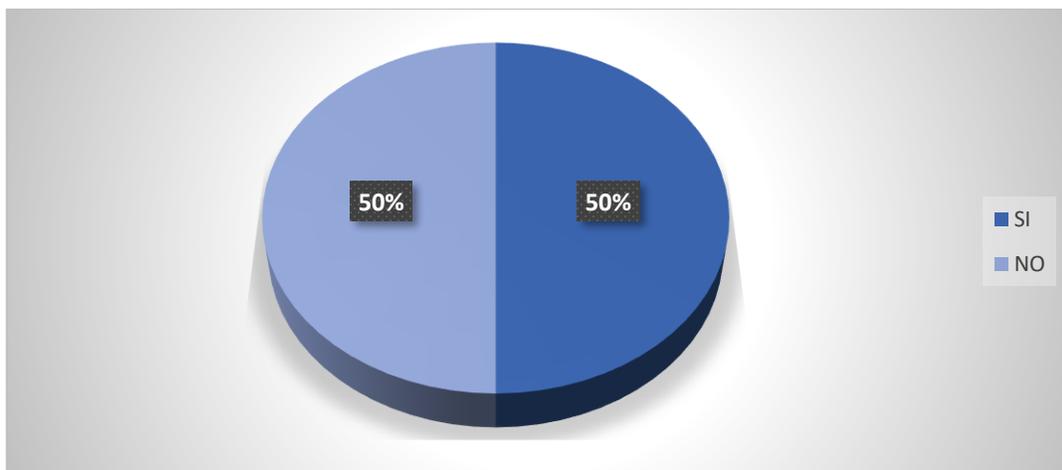
Figura 13. *¿La infraestructura responde efectivamente a las necesidades de su área?*



Fuente: Autores

La grafica refleja los porcentajes obtenidos de la pregunta 5, donde el 50% expresa que la infraestructura responde efectivamente a las necesidades del área, mientras que el otro 50% menciona que no consideran apta la infraestructura del taller.

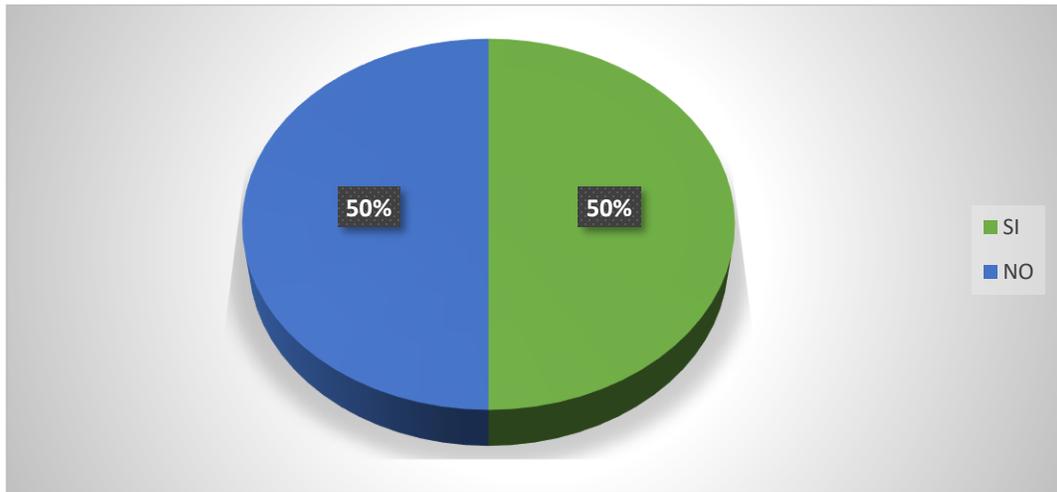
Figura 14. *¿Es adecuado el apoyo administrativo para el mantenimiento optimo de los vehículos?*



Fuente: Autores

La grafica refleja los porcentajes obtenidos de la pregunta 6, donde el 50% expresa que el apoyo administrativo que recibe para el mantenimiento optimo de los vehículos es adecuado, mientras que el otro 50% menciona lo contrario.

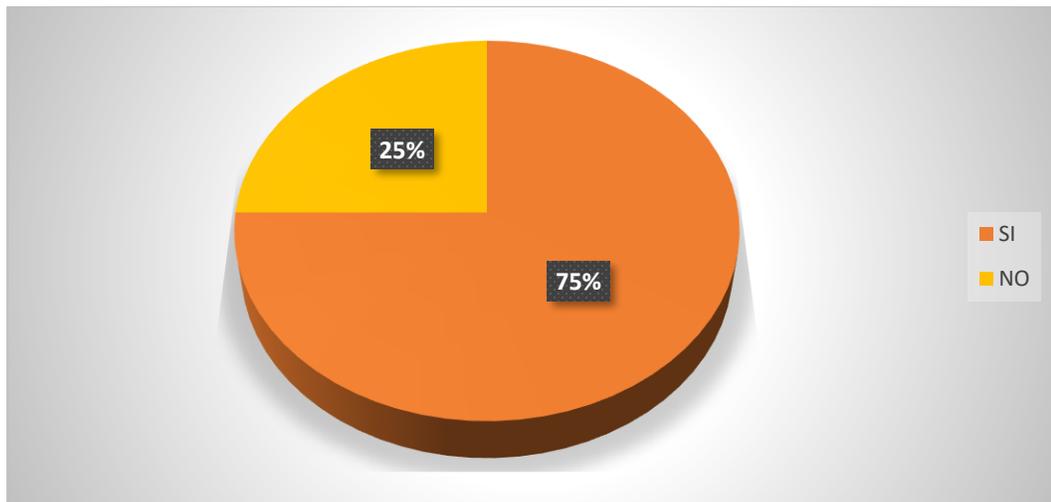
Figura 15. *¿Es considerada su opinión como mecanico en la planificación del mantenimiento?*



Fuente: Autores

La grafica refleja los porcentajes obtenidos de la pregunta 7, donde el 50% expresa que su opinión no es considerada en la planificación del mantenimiento, mientras que el otro 50% menciona lo contrario.

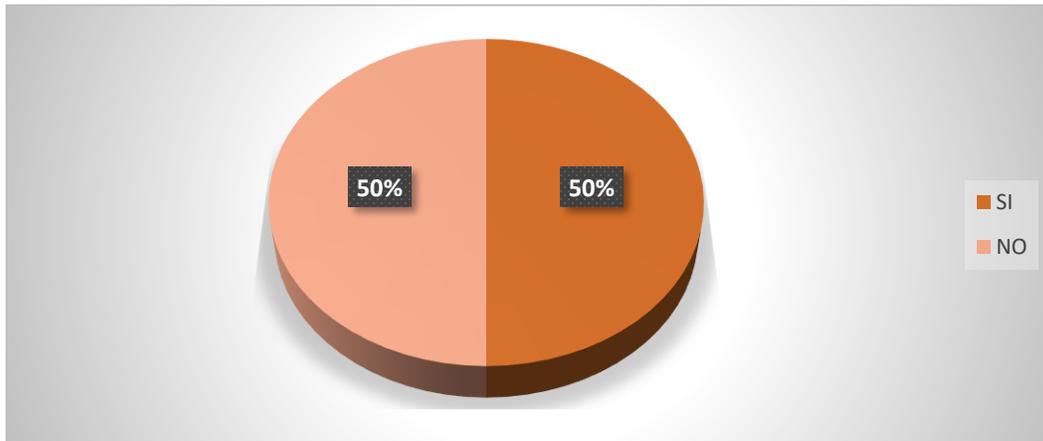
Figura 16. *¿Existen gestiones para mejorar y optimizar las instalaciones y equipos?*



Fuente: Autores

La grafica refleja los porcentajes obtenidos de la pregunta 8, donde el 75% expresa si existen gestiones o planes para mejorar las instalaciones y equipos del taller, mientras que el 25% menciona que no tiene conocimiento de gestiones que ayuden a optimizarlo.

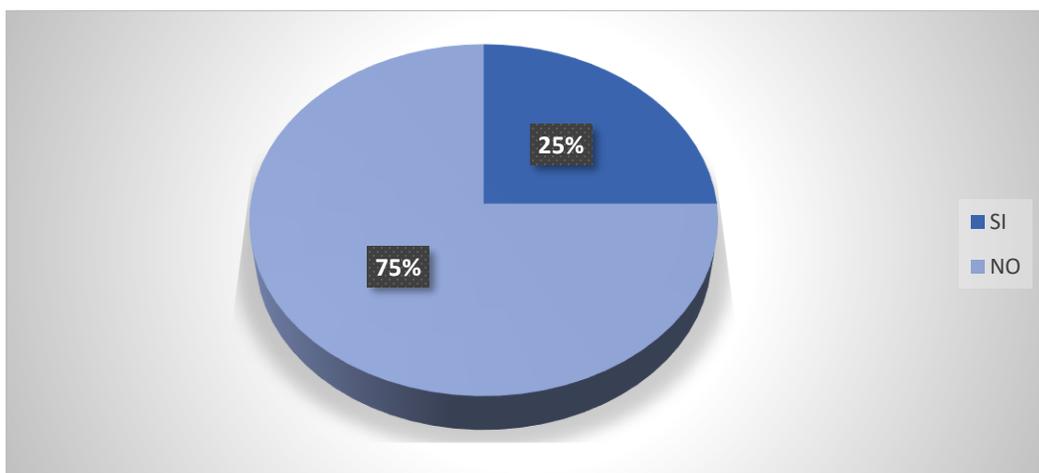
Figura 17. *¿Reconocen sus necesidades respecto al desarrollo de su trabajo?*



Fuente: Autores

La grafica refleja los porcentajes obtenidos de la pregunta 9, donde el 50% expresa que no se reconocen sus necesidades y que deben acoplarse a lo que poseen en la taller, mientras que el otro 50% menciona lo contrario.

Figura 18 *¿Realizan actividades para reducir el nivel de contaminación como control y reciclaje de residuos?*



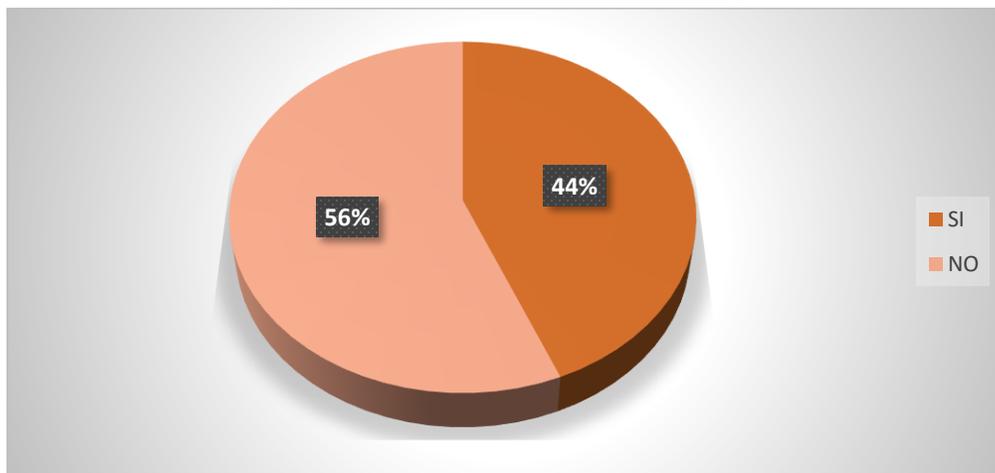
Fuente: Autores

La grafica refleja los porcentajes obtenidos de la pregunta 10, donde el 75% expresa que no se realizan actividades para reducir la contaminación, mientras que el otro 25% menciona que si se realizan actividades de este tipo.

2.1.17.2. Encuestas realizadas a los conductores de la flota vehicular de CBMCP

Para la recopilación de información se considerò pertinente realizar una encuesta a los conductores de la flota vehicular del Cuerpo de Bomberos Municipal del cantòn Pasaje, de las cuales se obtuvo las siguientes respuestas:

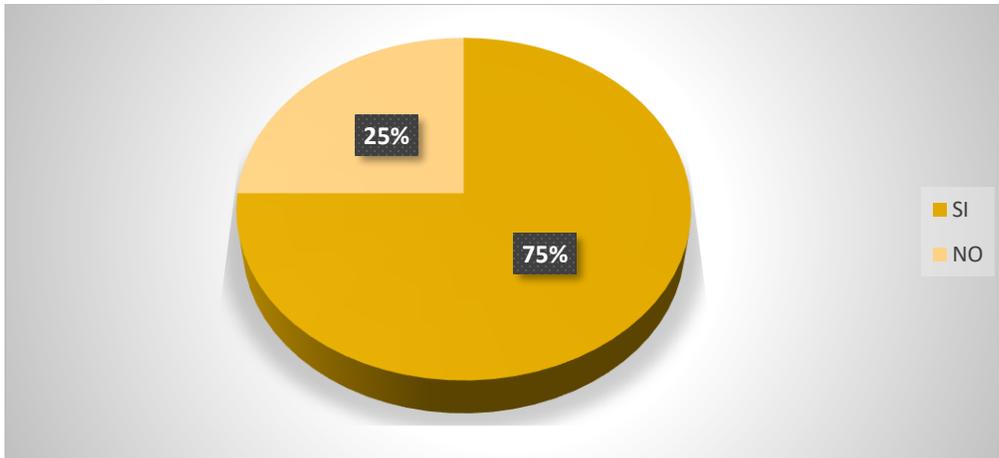
Figura 19. *¿Lleva usted un registro de los servicios y revisiones del vehículo?*



Fuente: Autores

La figura muestra el porcentaje de respuestas obtenidas en la pregunta 1, es decir que el 56% de los encuestados mencionan que no llevan una lista de registro de los servicios o revisiones realizadas en el vehiculo, mientras que el 44% alega que si realiza el registro pertinente.

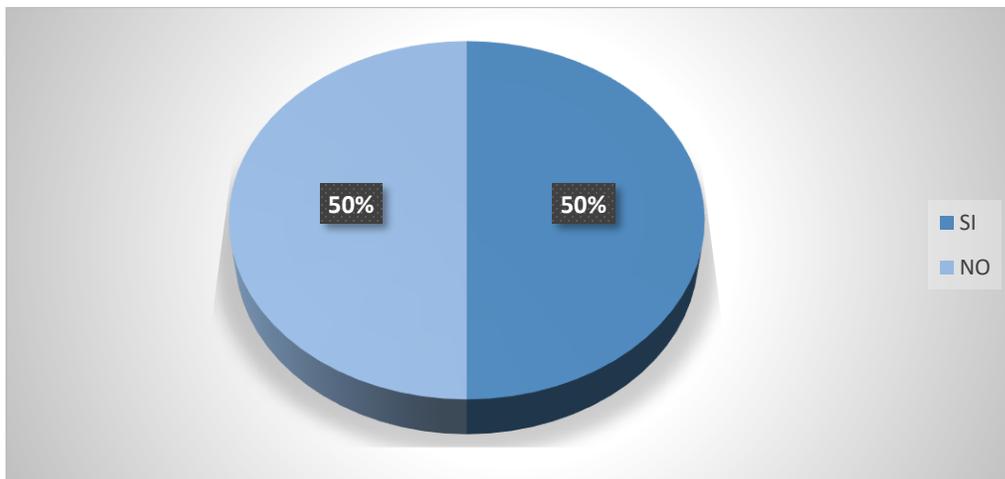
Figura 20. *¿Se planifica la paralización de un vehículo para darle mantenimiento?*



Fuente: Autores

La figura muestra el porcentaje de respuestas obtenidas en la pregunta 2, el 75% de los encuestados mencionan que si planifican la paralización del vehiculo para el mantenimiento, mientras que el 25% alega que no se planifica.

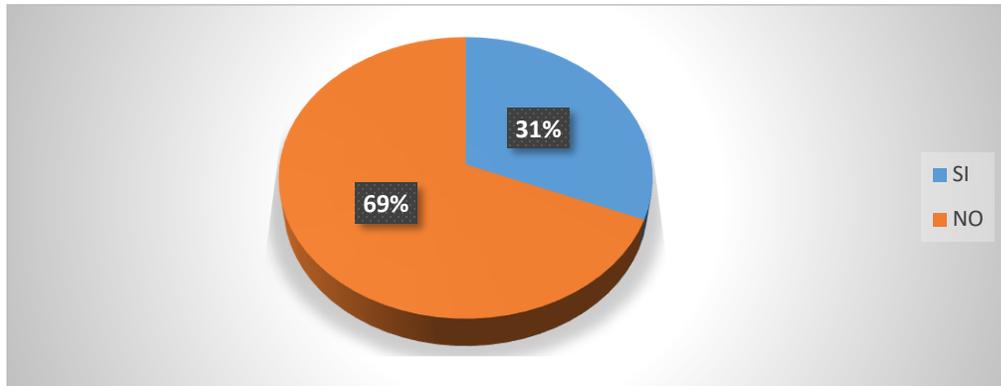
Figura 21. *¿Existen políticas o reglamentos definidos para el cuidado y uso de los vehículos?*



Fuente: Autores

La figura muestra el porcentaje de respuestas obtenidas en la pregunta 3, donde el 50% de los encuestados mencionan que existen políticas o reglamentos relacionados con el cuidado y uso del vehiculo, mientras que el otro 50% alega lo contrario.

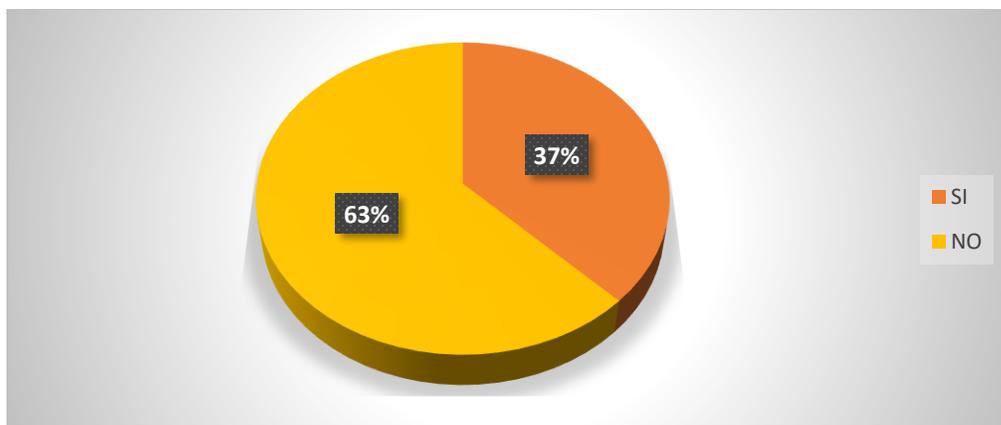
Figura 22. *¿Se realizan las planificaciones de mantenimiento considerando aportes de los choferes?*



Fuente: Autores

La figura muestra el porcentaje de respuestas obtenidas en la pregunta 4, donde se refleja que el 69% de los encuestados mencionan que no se realizan planificaciones considerando alguna sugerencia de ellos, mientras que el 31% expresa que si son tomados en cuenta todos los desarrollo de este proceso.

Figura 23. *¿La institución, realiza controles y verificación de cumplimiento de los programas de mantenimiento?*



Fuente: Autores

La figura muestra el porcentaje de respuestas obtenidas en la pregunta 5, es decir que el 63% de los encuestados mencionan que la institución no realizan la verificación respectiva sobre el cumplimiento de los programas de mantenimiento, mientras que el 37% alega lo contrario.

Capítulo III

3. Propuesta de plan de mantenimiento preventivo CBMCP

La propuesta de un plan de mantenimiento considera como pieza elemental cuando se quiere gestionar de forma eficaz los activos que posee una empresa, en este caso específico, se presenta una propuesta por parte de los autores como un aporte significativo en el CBMCP para extender la utilidad de cada uno de los elementos que conforman la flota vehicular de la misma. Mencionando además que en la propuesta de plan de mantenimiento se plasman actividades que se ejecutaran de forma periódica preventiva, considerando información especificada en el capítulo anterior tales como, historial de fallos más críticos, costes e historial de mantenimiento.

3.1. Codificación de activos de la flota vehicular de CBMCP

Para realizar la codificación se agrupa por varios aspectos tal y como lo señalan en cada tabla:

Tabla 23. *Codificación de la flota vehicular de CBMCP por Marca*

Codificación	Marca
F	Ford
MB	Mercedes Benz
C	Chevrolet
H	Hino
D	Daytona
SZ	Suzuki
SM	SpartanMZ108
R	Ranger

Fuente: Autores

Se especifican los códigos para las marcas, dentro de las cuales se consideró la primera letra de cada palabra, escritas en mayúsculas, razón por la cual están con una y dos letras cada código.

Tabla 24. Codificación de la flota vehicular de CBMCP según su uso

Código	Tipo de Vehículos	
VEM	Motobomba	Vehículos emergencia
VECR	Camión de rescate	
VEER	Escalera Retráctil	
VST	Tanquero	Vehículos de Servicio
VSL	Logística	
VSI	Inspección	

Fuente: Autores

Para realizar la codificación se considero la clasificación establecida por el uso de cada vehiculo, es decir el código esta conformado por letras mayúsculas las dos primeras que corresponden a vehículos sea de emergencia o de servicio, seguido por la denominación.

Tabla 25. Codificación propuesta para la flota vehicular de CBMCP considerando marca, categoría y tipo de vehículo.

Código	I.d	Denominación	Tipo	Modelo	Año fab.	Marca	Placa
F.VST	1	Rumiñahui	Tanquero	W400	1963	Ford	S/N
F.VEC R	4	Toa	Rescate	350sd	2001	Ford	S/N
MB.VS T	5	Jubones	Tanquero	L.1620/45 rosenbauer	1998	Mercedes benz	S/N
C.VSL .1	6	Túpac	Logística	Luv d-max c/s v6 4x4 t/m	2006	Chevrolet	OEA0 463
C.VST	7	Hualcopo	Tanquero	Fvr 32p chasis cabinado	2007	Chevrolet	OEA0 464
C.VSL .2	8	Shyris	Logística	Luv d-max c/d diesel 4x4 t/m	2008	Chevrolet	OEA0 465

C.VEC R	9	Athina	Rescate	Nkr ii chasis cabinado	2009	Chevrolet	OEI11 87
H.VE M.1	10	Daquilema	Motobomba	Gh1jmua	2009	Hino	OEA1 150
H.VE M.2	11	Jumandi	Motobomba	Xzu423l- hkmerd3	2011	Hino	OEI11 26
H.VE M.3	12	Pintag	Motobomba	Xzu423l- hkmerd3	2011	Hino	OEI11 28
D.VSI	13	Moto	Inspección	Dy150-4	2010	Daytona	EA29 8A
SZ.VS L	14	Movil-1	Logística	Grand vitara sz next ac 2,4 5p 4x4	2015	Suzuki	OEA1 133
SM.VE ER	15	E-1	Escalera retráctil	Mz	1987	Spartanm z108	S/N
R.VSI	16	Moto	Inspección	200 gy-8	2018	Ranger	FA707 A

Fuente: Autores

3.2. Ficha técnica de registro vehicular

Se presenta el diseño de una ficha técnica de registro vehicular donde se puedan plasmar datos esenciales respecto a: marca, chasis, modelo del vehículo, año de fabricación, motor. Se menciona además que las fichas técnicas de los vehículos se encuentran en el software de mantenimiento que se diseñò para el CBMCP.

Tabla 26. Ficha técnica de registro vehicular de CBMCP.

Cuerpo de Bomberos Municipal de Pasaje					
Vehículos	Categoría de vehículo			Ficha no.	
		Vehículo pesado			1
Ficha de especificaciones técnicas de la flota vehicular					
Datos del vehículo:				Código institucional	C.vst.7
Información básica					
Marca:	Chevrolet	Modelo	Fvr 32p chasis cabinado		
Clase:	Motobomba	Año fabricación:	2007		
Color:	Rojo	Cilindrada:	3.000 cc		
Peso/tonelaje	1,00 tn	Sistema/Combustible:	Turbo diésel		
No. Ocupantes:	5	Odómetro:	62.880 km		
Identificación y registro legal automotriz			Información mecánica		
Código de placa:	OEA- 0464		Estado general	Bueno	
No. Motor:	6he1407917		Tipo transmisión	T/m9 velocidades/4wd	
No. Chasis:	Jalfvr32g77000016		No. Ejes	2	
Información especial			No. Ruedas	4	
Uso asignado	Vehículo de emergencia		Cód. Neumáticos	5 (255/70r16)	
Valor de la unidad en libros	39.000 USD		Potencia	130 hp a 3800 rpm	
Catálogo disponible:	No		Torque	280 nm a 2000 rpm	
Manual usuario disponible:	Si		Dimensiones	5155x1800x1735 mm	
Observaciones:					

Fuente: Autores

3.3. Tiempo estándar de mantenimiento

Para determinar cuál es el tiempo estándar para la ejecución de las actividades de mantenimiento, se presenta la siguiente tabla donde se especifica de acuerdo al tipo de vehículo, sea liviano o pesado.

Tabla 27. *Tiempo estándar de mantenimiento para la flota vehicular de CBMCP.*

N°	Actividad	Tiempo en horas (h)	
		LIVIANOS	PESADOS
1	ABC de frenos (limpieza y calibración)	2.00	4.00
2	ABC de motor	2.00	2.50
3	Alineación	0.70	1.13
4	Alinear luces	0.35	0.40
5	Calibración de frenos	0.50	0.70
6	Calibración de rodillos delanteros	2.00	2.15
7	Calibrar válvulas	1.62	1.94
8	Cambiar aceite caja de cambios	0.50	0.50
9	Cambiar aceite diferencial	0.50	0.50
10	Cambiar aceite mandos finales	-	-
11	Cambiar aceite filtro caja automática	1.15	1.15
12	Cambiar aceite y filtro del motor	0.20	0.27
13	Cambiar bomba de aceite	4.70	4.70
14	Cambiar bomba hidráulica	2.00	2.00
15	Cambiar columna dirección	2.50	2.00
16	Cambiar crucetas	1.10	1.15
17	Cambiar pernos de ruedas	1.00	1.00
18	Cambiar retenedor de cigüeñal	1.50	1.50
19	Cambiar soporte dirección	1.15	1.30
20	Cambiar $\frac{3}{4}$ motor	20.00	30.00
21	Cambio amortiguador McPerson	1.70	-
22	Cambio amortiguadores delanteros	1.10	1.10
23	Cambio amortiguadores posteriores	1.00	1.00
24	Cambio antena	1.00	1.00
25	Cambio articulación de la dirección	1.15	1.50
26	Cambio banda de alternador	0.50	0.50
27	Cambio banda distribución 4 cilindros	3.00	-

28	Cambio banda distribución 6 cilindros	4.00	-
29	Cambio barra de torsión suspensión	2.00	2.00
30	Cambio barra estabilizadora	1.30	1.30
31	Cambio bases de motor	1.35	1.15
32	Cambio bases de cabina	3.00	2.00
33	Cambio batería	0.35	0.35
34	Cambio bobina	0.75	-
35	Cambio bocines de plato de suspensión	1.80	-
36	Cambio bomba de agua 4 cilindros	3.00	3.00
37	Cambio bomba de agua V6 cilindros	4.00	-
38	Cambio bomba de combustible	2.00	1.50
39	Cambio brazo auxiliar	1.00	-
40	Cambio buje columna dirección	2.00	1.50
41	Cambio bujías	0.40	1.00
42	Cambio cabezote motor	6.00	7.00
43	Cambio cabezotes motor V6 y V8	12.15	-
44	Cambio cable acelerador	0.50	0.50
45	Cambio cable de embrague	1.00	1.50
46	Cambio cable de freno de mano	1.00	1.00
47	Cambio tapa de distribuidor	0.50	-
48	Cambio cables de bujías	0.25	-
49	Cambio cable del velocímetro	2.03	2.03
50	Cambio cadena y tensor de distribución	10.00	-
51	Cambio carcas doble transmisión	6.00	-
52	Cambio cardan	1.00	1.20
53	Cambio cárter	4.00	2.00
54	Cambio cauchos paquetes resortes	1.00	2.00
55	Cambio cerraduras	1.30	1.30
56	Cambio cilindro de rueda posterior	1.00	1.00
57	Cambio cilindro principal de embrague	1.50	1.50
58	Cambio cilindro principal de freno	1.50	1.75
59	Cambio cilindro secundario de embrague	1.00	1.00
60	Cambio cilindro secundario de freno	2.50	3.00
61	Cambio cinturones de seguridad	3.00	1.00
62	Cambio contra-eje	1.50	2.00
63	Cambio cremallera	3.00	2.15
64	Cambio banda de alternador	0.80	0.90
65	Cambio discos de freno	1.00	-

66	Cambio distribuidor	1.00	-
67	Cambio eje	2.00	2.00
68	Cambio eje de levas	2.00	2.00
69	Cambio ventilador	1.35	1.62
70	Cambio empaque de cárter	1.50	1.50
71	Cambio empaque tapa válvulas	0.80	0.80
72	Cambio filtro de aire	0.20	0.20
73	Cambio filtro de combustible	0.15	0.18
74	Cambio guardachoque	1.00	1.00
75	Cambio impulsadores hidráulicos V6	14.00	8.00
76	Cambio interruptor (varios)	0.50	0.50
77	Cambio manguera	1.00	1.30
78	Cambio módulo	0.50	0.50
79	Cambio motor arranque simple	1.13	1.13
80	Cambio parabrisas	1.50	1.50
81	Cambio pastillas de freno	1.60	1.94
82	Cambio pito	0.50	0.50
83	Cambio plato de suspensión	2.00	-
84	Cambio plumas	0.15	0.18
85	Cambio puente-caja de cambios	1.00	-
86	Cambio refrigerante	0.50	0.50
87	Cambio reten posterior cigüeñal	6.00	6.00
88	Cambio rodillo de rueda	2.00	2.50
89	Cambio rotulas	5.00	2.30
90	Cambio selector caja de cambios	2.00	2.00
91	Cambio sensor (varios)	0.50	0.50
92	Cambio sensor rueda sistema ABS	1.00	-
93	Cambio servo del freno	1.27	1.35
94	Cambio tablero de instrumentos completo	8.00	4.05
95	Cambio tapa de distribución	2.00	-
96	Cambio terminales	1.50	1.35
97	Cambio termostato	1.00	1.00
98	Cambio tren posterior	7.00	7.00
99	Cambio turbo	2.00	3.00
100	Cambio un guardapolvo del eje	1.60	1.60
101	Cambio válvula de la calefacción	1.50	1.50
102	Cambio vidrio puerta	0.50	0.50
103	Cambio zapatas	1.50	2.00

104	Chequeo de 5.000km	0.50	0.50
105	Chequeo de 10.000km	2.00	3.00
106	Chequeo de 15.000km	0.75	0.75
107	Chequeo de 20.000km	3.00	4.00
108	Chequeo de 25.000km	0.75	0.75
109	Chequeo de 30.000km	2.25	3.25
110	Chequeo de 35.000km	0.50	0.50
111	Chequeo de 40.000km	3.00	4.00
112	Chequeo de 45.000km	0.75	0.75
113	Chequeo de 50.000km	2.25	3.25
114	Chequeo de 55.000km	0.50	0.50
115	Chequeo de 60.000km	3.00	4.00
116	Chequeo de 65.000km	0.75	0.75
117	Chequeo de 70.000km	2.00	3.00
118	Chequeo de 75.000km	1.00	1.00
119	Chequeo de 80.000km	6.00	4.00
120	Chequeo de 85.000 km	0.50	0.50
121	Chequeo de 90.000km	2.25	3.25
122	Chequeo de 95.000km	0.50	0.50
123	Chequeo de 100.000km	7.00	8.00
124	Chequeo computarizado	1.89	2.16
125	Chequeo general	3.00	4.00
126	Chequeo sistema de inyección	2.50	2.00
127	Corrección camber	0.68	0.81
128	Corrección caster	0.68	0.31
129	Corrección de fuga de aceite del motor	1.62	1.62
130	Corregir filtraciones de agua	1.80	1.90
131	Desmontaje bomba de inyección	3.00	8.00
132	Desmontaje caja de cambios	4.05	4.05
133	Desmontaje caja fusibles	1.62	1.62
134	Desmontaje de cárter	4.00	2.00
135	Desmontaje de cremallera para reparar	2.00	3.00
136	Desmontaje de disco para rectificar	1.00	-
137	Desmontaje de inyectores	1.00	1.00
138	Desmontaje de motor	6.75	6.75
139	Desmontaje radiador	2.00	1.08
140	Desmontaje tanque de gasolina	2.00	2.00
141	Desmontaje y mantenimiento de turbo	2.00	3.00

142	Desmontaje y montaje de alternador	1.00	1.00
143	Desmontaje y montaje de motor	8.00	8.00
144	Desmontaje y montaje del múltiple de admisión	5.00	3.00
145	Diagnóstico	2.00	2.00
146	Enderezada de puntales	1.50	2.00
147	Enderezada del protector del cárter	0.50	0.50
148	Engrasar rulimanes	1.00	3.00
149	Engrasar semi-ejes	1.62	1.62
150	Enllantaje	0.20	0.25
151	Instalación de encendedor de cigarrillos	0.34	0.41
152	Instalación de espejos retrovisor	1.00	1.00
153	Instalación de halógenos	1.00	1.00
154	Instalación equipo de radio	1.00	1.00
155	Limpieza de carburador	1.50	-
156	Limpieza de inyectores 4 cilindros MPFI	1.50	1.62
157	Limpieza de inyectores 6 cilindros MPFI	2.00	2.43
158	Limpieza y cambio de filtro diésel	0.50	0.50
159	Montaje y desmontaje paquetes de resorte	2.00	3.00
160	Nivelación de suspensión	0.50	0.50
161	Parchada de llanta	0.25	0.30
162	Purga de frenos sistema ABS	1.50	1.62
163	Reajuste de suspensión	0.25	0.25
164	Reajuste total mecánico	0.50	0.50
165	Reparación caja automática	20.00	-
166	Reparación caja de cambios	8.00	10.00
167	Reparación caja de dirección	2.70	3.38
168	Reparación corona	8.00	9.50
169	Reparación de ABS	2.50	-
170	Reparación de cabezote	8.00	9.45
171	Reparación de cremallera	3.00	-
172	Reparación de embrague	6.00	7.50
173	Reparación de mordazas de freno	3.38	-
174	Reparación de motor 4 cilindros	34.00	31.00
175	Reparación de sistema 4x4	3.00	-
176	Reparación de suspensión	3.00	3.00
177	Reparación de transferencia	6.75	-
178	Reparación freno de mano	1.00	1.00
179	Reparación freno motor	-	2.00

180	Reparación hidro-booster	2.70	4.86
181	Reparación motor parcial	17.00	17.00
182	Reparación sensor pre-carrera	-	2.00
183	Reparar alternador	2.50	3.00
184	Reparar frenos	2.45	2.70
185	Reparar motor de arranque	2.50	2.50
186	Reparar tren posterior	2.03	2.03
187	Reprogramación ECM	2.70	2.00
188	Revisar niveles y completar	0.15	0.15
189	Revisión a/c	2.03	2.16
190	Revisión de luces	0.68	0.68
191	Revisión del sistema de enfriamiento	1.50	1.50
192	Revisión fuga líquido de frenos y purga	0.70	0.80
193	Revisión impulsadores hidráulicos	3.00	3.50
194	Revisión eleva vidrios eléctricos	1.12	1.12
195	Revisión del sistema eléctrico	2.80	2.50
196	Revisión sensor de velocidad	2.00	2.00
197	Rotación de dos ruedas	0.08	0.10
198	Remolque en plataforma	0.00	0.00
199	Sincronización bomba inyección	2.00	4.00
200	Sincronización distribución	3.00	5.00
201	Sincronizar tiempo de encendido del motor	0.75	-

Fuente: (Hidalgo, 2009)

3.4. Programa de automantenimiento

Es imprescindible que se realicen actividades de forma diaria o semanal, respecto a revisión y chequeo de la unidad vehicular para que funcione en optimas condiciones, a continuación se presenta un formato de automantenimiento semanal con los principales trabajos de mantenimiento que se deben realizar en la flota vehicular del CBMCP.

Tabla 28. Programa de automantenimiento semanal de la flota vehicular de CBMCP.

PROGRAMA DE AUTOMANTENIMIENTO SEMANAL							
Semana:		✓ =Realizado ○ =Bien X=Necesita revisión					
Código del vehículo:							
Conductor/operador:							
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIER	SAB	DOM
Limpieza y lavado de la unidad (según necesidad)							
Nivel del líquido refrigerante							
Nivel de agua en el sistema limpiaparabrisas							
Nivel de líquido de frenos							
Nivel de líquido del embrague							
Nivel del aceite hidráulico de la dirección							
Fugas del lubricante de motor							
Fugas en el sistema de dirección							
Fugas en el sistema de frenos							
Fugas en el sistema de transmisión							
Fugas en el sistema de combustible							
Fugas en los sistemas de refrigeración y calefacción							
Estado de carga de la batería (mediante indicadores)							
Luces interiores							
Luces exteriores							
Estabilidad del motor							
Temperatura de funcionamiento motor							
Presión neumáticos							
Golpes y cortes en los neumáticos							
Estado de la banda de rodadura de los neumáticos							
Sonidos extraños							
OBSERVACIONES:							

Fuente: Autores

3.5. Programa de mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento preventivo está adaptado para los tipos de vehículos que posee el CBMCP, por ello se reflejan actividades a realizarse según el nivel de intervención, de la siguiente manera:

Tabla 29. Nivel de intervención según las actividades a realizar del plan de mantenimiento.

NIVEL DE INTERVENCIÓN	ACTIVIDADES
NIVEL 1 "N1"	Actividad para un buen mantenimiento preventivo básico.
	Análisis de niveles de fluidos y si es necesario repone.
	Inspección para localizar si existen fugas.
	Visualización de parámetros de un buen funcionamiento vehicular de los indicadores digitales.
	Lubricación y engrases.
	Limpieza y acondicionamiento interior exterior de la unidad, igualmente, limpieza exterior de algunos sistemas.
	Además, ejecuta correctivos sencillos.
NIVEL 2 "N2"	La mayoría de mantenimiento recomendados por el fabricante es sistemático para un buen funcionamiento.
	Inspecciones y verificaciones sistemáticas.
	Comprobaciones y ajustes.
	Además, localización, diagnóstico y reparación de las averías posibles.
	Actividades con asistencia de equipos de mecánica industrial.
NIVEL 3 "N3"	Actividades preventivas o correctivas que necesitan atención técnica.
	Localización, diagnóstico y reparación de las averías más complejas.
	Revisión o reparación general de los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos de las unidades.
	Comprobación, diagnóstico y regulación de los sistemas automotrices a través de equipos y herramientas especiales, que por su elevado costo y poca demanda no es recomendable tenerlos en un taller común.
	Actividades para un buen de mantenimiento modificativo.
	Gestión del mantenimiento automotriz.

Fuente: Autores

Luego de establecer las actividades dentro de cada nivel se procedió a jerarquizarlos empleando indicadores como:

R= cambiar o realizar

I = Inspeccionar

D= Drenar

L = Lubricar

Tabla 30. Programa de mantenimiento preventivo para la flota vehicular categoría vehículos livianos del CBMCP.

ACTIVIDADES PROGRAMADAS		R=REALIZAR I=INSPECCIONAR, L=LUBRICAR, D=DRENAR			
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	NIVEL DE INTERVENCIÓN	R	I	L	D
ABC frenos	N2	10			
Árbol de transmisión y crucetas	N1			20	
Cambiar aceite de caja de cambios	N1	20			
Cambiar aceite diferencial (es)	N1	20			
Cambiar aceite y filtro de motor	N1	5	1		
Alineación, balanceo y rotación	N3	10			
Banda de accesorios	N2	50	25		
Banda de distribución	N2	80	50		
Batería	N1	100	5		
Bujías	N2	20			
Cables eléctricos de encendido	N1		20		
Dirección (revisión general)	N1		40		
Filtro de aire	N2	10	5		
Filtro de combustible	N2	40			
Fugas de tuberías en general	N1		5		
Limpieza de carburador	N2	30	15		
Limpieza de inyectores	N3	30	15		
Medición de la compresión de motor	N2	100			
Neumáticos	N1		10		
Nivel de líquido limpiaparabrisas	N1	15	5		
Nivel de líquido de frenos	N1	40	5		
Nivel de líquido hidráulico	N1	30	5		
Nivel de refrigerante	N1	40	5		
Reajuste general	N1	15			
Rodamientos, cubos de ruedas, puntas de eje	N2			30	
Sistema de escape	N1		10		
Suspensión	N2		10		
Termostato	N2		70		

Fuente: Autores

El programa de mantenimiento que se expone está dirigido hacia los vehículos con código: **F.VECR, C.VSL, C.VSL.1, C.VSL.2, C.VECR, D.VSI, SZ.VSL, R.VSI.**

Tabla 31. Programa de mantenimiento preventivo para la flota vehicular categoría vehículos pesados del CBMCP.

ACTIVIDADES PROGRAMADAS		R=REALIZAR, CAMBIAR I=INSPECCIONAR L=LUBRICAR D=DRENAR			
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	NIVEL DE INTERVENCIÓN	R	I	L	D
ABC frenos	N2	20	10		
Alineación, balanceo y rotación	N3	40			
Arbol de transmisión y crucetas	N1			10	
Bandas de accesorios	N2	65	20		
Baterías	N1		5		
Calibración de válvulas	N2	40			
Cambiar aceite de caja de cambios	N1	25			
Cambiar aceite diferencial (es)	N1	25			
Cambiar aceite y filtro de motor	N1	5	1		
Cañerías, acoples, uniones	N1		5		
Colador de la bomba de inyección	N1		20		
Crucetas	N1			5	
Dirección (revisión general)	N1		10		
Engrase general	N1			5	
Filtro de aire	N1	20	5		
Filtro de combustible	N1	5			
Fugas de fluidos o aire	N1		5		
Limpieza de inyectores	N3	200			
Limpieza del tanque de combustible	N2	100			
Marcha mínima del motor y desarrollo	N1		10		
Medición de la compresión de motor	N2	100			
Neumáticos	N1		5		
Nivel fluidos: refrigerante, frenos, embrague, dirección	N1		5		
Presión de descarga de inyección	N3	200			
Reajuste general	N1	15			
Rodamientos, cubos de ruedas, ejes	N2			20	
Sedimentador o separador de agua	N1	50	10		
Sistema de escape	N1		10		
Suspensión	N2		10		
Tanque de combustible	N1				25
Tiempo de inyección	N3	200			

Fuente: Autores

El programa de mantenimiento que se expone está dirigido hacia los vehículos con código: **SM.VEER, H.VEM.1, H.VEM.2, H.VEM.3, C.VST, MB.VST, F.VST.**

Para tener mas especificidad se enlista las principales tareas de mantenimiento que se sugieren realizar en cada una de las unidades, de la siguiente manera:

Tabla 32. *Actividades de mantenimiento vehicular propuestas para cada uno de los vehiculos del BCBCP.*

N.-	PLACA	DENOMINACIÓN	MARCA	TIPO	AÑO FAB.	MODELO
1	S/N	RUMIÑAHUI	FORD	MOTOBOMBA	1963	W400
DETALLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Refrigeración. • Sistema de Lubricación • Sistema de Distribución (Bandas) • Sistemas de Combustible (Limpieza de inyectores del tanque) • Sistema de encendido y eléctrico (Arranque, motor, alternador). • Sistema de Dirección Hidráulica. • Sistema de Transmisión (embrague, caja y corona) • Sistema de Suspensión. • Alineación y balanceo. • Sistema de Bombeo (Bombas y turbinas) • Sistema de frenos • ABC motor. • Carrocería, Chasis y pintura. 				DETALLE MANTENIMIENTO CORRECTIVOS: <ul style="list-style-type: none"> • Reparar sistema de carga. • Cambiar la batería. • Cambiar parabrisas y ventanilla izquierda. • Prevención contra corrosión de carrocería. • ABC de motor. 		
N.-	PLACA	DENOMINACIÓN	MARCA	TIPO	AÑO FAB.	MODELO
4	OEA-3019	TOA	FOR RD	RESCATE	2001	350SD

<p>DETALLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Refrigeración. • Sistema de Lubricación • Sistema de Distribución (Bandas) • Sistemas de Combustible (Limpieza de inyectores del tanque) • Sistema de encendido y eléctrico (Arranque, motor, alternador). <p>Sistema de Dirección Hidráulica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Transmisión (embrague, caja y corona) • Sistema de Suspensión. • Alineación y balanceo. • Sistema de Bombeo (Bombas y turbinas) • Sistema de frenos • ABC motor. • Carrocería, Chasis y pintura. 	<p>DETALLE MANTENIMIENTO CORRECTIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar batería. • Inspeccionar sistema eléctrico en general. • Sujetar Bayoneta de aceite de transmisión. • Tratamiento anticorrosivo de chasis y partes inferiores de carrocería.
---	--

N.-	PLACA	DENOMINACIÓN	MARCA	TIPO	AÑO FAB.	MODELO
5	S/N	JUBONES	MERCEDES BENZ	MOTOBOMBA	1998	L.1620/45 Rosenbauer
<p>DETALLE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Refrigeración. • Sistema de Lubricación • Sistema de Distribución (Bandas) • Sistemas de Combustible (Limpieza de inyectores del tanque) • Sistema de encendido y eléctrico (Arranque, motor, alternador). • Sistema de Dirección Hidráulica. • Sistema de Transmisión (embrague, caja y corona) • Sistema de Suspensión. • Alineación y balanceo. • Sistema de Bombeo (Bombas y turbinas) • Sistema de frenos 				<p>DETALLE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hacer una revisión y mantenimiento de luces y sistema eléctrico en general. • Verificar y reparar la presencia de ruido en poleas del motor. • Reparar fugas de aceite en unión de caja de cambios y motor. 		

N.-	PLACA	DENOMINACIÓN	MARCA	TIPO	AÑO FAB.	MODELO
6	OEA046 4	TUPAC	CHEVROLET	LOGISTICO	2006	LUV D-MAX C/S V6 4X4
DETALLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Refrigeración. • Sistema de Lubricación • Sistema de Distribución (Bandas) • Sistemas de Combustible (Limpieza de inyectores del tanque) • Sistema de encendido y eléctrico (Arranque, motor, alternador). • Sistema de Dirección Hidráulica. • Sistema de Transmisión (embrague, caja y corona) • Sistema de Suspensión. • Alineación y balanceo. • Sistema de Bombeo (Bombas y turbinas) • Sistema de frenos • ABC motor. • Carrocería, Chasis y pintura. 				DETALLE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Cambiar cable de acelerador. • Cambiar retenedores en unión de tubo de escape. • Corregir fugas de aceite en caja de cambios. • Cambiar parabrisas delantero. • Aire acondicionado. • Ajustar espejo retrovisor izquierdo – flojo. 		
N.-	PLACA	DENOMINACIÓN	MARCA	TIPO	AÑO FAB.	MODELO
7	OEA04 64	HUALCOPO	CHEVROLET	MOTOBOMBA	2007	FVR 32P CHASIS CABINADO
DETALLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Refrigeración. • Sistema de Lubricación • Sistema de Distribución (Bandas) • Sistemas de Combustible (Limpieza de inyectores del tanque) • Sistema de encendido y eléctrico (Arranque, motor, alternador). • Sistema de Dirección Hidráulica. • Sistema de Transmisión (embrague, caja y corona) • Sistema de Suspensión. • Alineación y balanceo. • Sistema de Bombeo (Bombas y turbinas) • Sistema de frenos 				DETALLE MANTENIMIENTO CORRECTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Corregir filtraciones de agua en cabina. • Corregir ciertos problemas de pintura en parachoques y parte y posterior derecha. • Hacer un tratamiento anticorrosivo de pintura en chasis y partes inferiores de carrocerías. • Hacer una revisión y mantenimiento de luces y sistema eléctrico general. • Cambiar conjunto de embrague y retenedor posterior del cigüeñal. 		

N.-	PLACA	DENOMINACIÓN	MARCA	TIPO	AÑO	MODELO
8	OEA0465	SHYRIS	CHEVROLET	LOGISTICA	2008	LUV D-MAX C/D DIESEL
DETALLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Refrigeración. • Sistema de Lubricación • Sistema de Distribución (Bandas) • Sistemas de Combustible (Limpieza de inyectores del tanque) • Sistema de encendido y eléctrico (Arranque, motor, alternador). • Sistema de Dirección Hidráulica. • Sistema de Transmisión (embrague, caja y corona) • Sistema de Suspensión. • Alineación y balanceo. • Sistema de Bombeo (Bombas y turbinas) • Sistema de frenos • ABC motor. • Carrocería, Chasis y pintura. 				DETALLE MANTENIMIENTO CORRECTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Chequea frenos. • Ajustar o reemplazar bandas de motor. • Reemplazar parabrisas delantero. • Chequear sistema eléctrico y luces en general. • Cambiar cable de apertura de tapa de llenado combustible. • Reajustar carrocería. • Cambiar llanta delantera izquierda. • Chequear rotulas, terminales y suspensión en general. • Alinear y balancear ruedas. • Corregir fugas de aceite en caja de cambios y corona delantera. • Verificar mecanismo de accionamiento de válvula EGR. 		
N.-	PLACA	DENOMINACIÓN	MARCA	TIPO	AÑO	MODELO
9	OEI1187	ATHINA	CHEVROLET	RESCATE	2009	NKR II CHASIS COMB.
DETALLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Refrigeración. • Sistema de Lubricación • Sistema de Distribución (Bandas) • Sistemas de Combustible (Limpieza de inyectores del tanque) • Sistema de encendido y eléctrico (Arranque, motor, alternador). • Sistema de Dirección Hidráulica. • Sistema de Transmisión (embrague, caja y corona) • Sistema de Suspensión. • Alineación y balanceo. • Sistema de Bombeo (Bombas y turbinas) • Sistema de frenos • ABC motor. 				DETALLE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Inspección de frenos. • Verificar y reparar ruido de poleas y bandas. • Verificar y corregir sistema de carga y baterías. • Reparar ingreso de agua en gavetas. • Calibrar puerta posterior. 		

N.-	PLACA	DENOMINACIÓN	MARCA	TIPO	AÑO FAB.	MODELO
10	OEA1150	DAQILEMA	HINO	MOTOBOMBA	2009	GH1JMUA
DETALLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Refrigeración. • Sistema de Lubricación • Sistema de Distribución (Bandas) • Sistemas de Combustible (Limpieza de inyectores del tanque) • Sistema de encendido y eléctrico (Arranque, motor, alternador). • Sistema de Dirección Hidráulica. • Sistema de Transmisión (embrague, caja y corona) • Sistema de Suspensión. • Alineación y balanceo. • Sistema de Bombeo (Bombas y turbinas) • Sistema de frenos • ABC motor. • Carrocería, Chasis y pintura. 				DETALLE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar serraduras de puertas y gavetas en general. • Reemplazar panel interior de puerta de camarote. • Reemplazar parrilla de madera por una parrilla metálica. • Dar mantenimiento en pintura de techo de camarote. • Chequear y reparar fuga de aire de sistema de frenos. • Inspeccionar luces de gavetas, pitos y trompetas. • Fijar escalera posterior y moldura posterior derecha. • Verificar y corregir filtraciones de agua en cisterna. • Instalar nueva nomenclatura en panel de control de motobomba. • Construcción de tanque de agua. 		

N.-	PLACA	DENOMINACIÓN	MARCA	TIPO	AÑO	MODELO
11	OEI1126	JUMANDI	HINO	MOTOBOMBA	2011	XZU423L-
DETALLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Refrigeración. • Sistema de Lubricación • Sistema de Distribución (Bandas) • Sistemas de Combustible (Limpieza de inyectores del tanque) • Sistema de encendido y eléctrico (Arranque, motor, alternador). • Sistema de Dirección Hidráulica. • Sistema de Transmisión 				DETALLE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de tapizado de techo de cabina. • Calibrar luces. • Renovar pintura en techo de cabina y toda la parte superior. • Lavar y engrasar con mayor frecuencia chasis y parte inferior. • Reparar cerraduras de gavetas posteriores. • Ajustar brazo de retrovisor derecho. 		

N.-	PLACA	DENOMINACION	MARCA	TIPO	AÑO FAB.	MODELO
12	OEI1128	PINTAG	HINO	MOTOBOMBA	2011	200 GY-8
DETALLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Refrigeración. • Sistema de Lubricación • Sistema de Distribución (Bandas) • Sistemas de Combustible (Limpieza de inyectores del tanque) • Sistema de encendido y eléctrico (Arranque, motor, alternador). • Sistema de Dirección Hidráulica. • Sistema de Transmisión (embrague, caja y corona) • Sistema de Suspensión. • Alineación y balanceo. • Sistema de Bombeo (Bombas y turbinas) • Sistema de frenos • ABC motor 				DETALLE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de tapizado de techo de cabina. • Renovar pintura en techo de cabina y toda la parte superior. • Pintura reventada en el parachoques. • Lavar y engrasar con mayor frecuencia el chasis y parte inferior de la cabina. • Cambiar empaque de tapa de válvulas. • Cambiar bandas de motor. • Inspeccionar y lubricar cables selectores de marchas. 		
N.-	PLACA	DENOMINACION	MARCA	TIPO	AÑO FAB.	MODELO
13	EA298A	MOTO	DAYTO	INSPECCION	2010	DY150-4
DETALLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Refrigeración. • Sistema de Lubricación • Sistema de Distribución (Bandas) • Sistemas de Combustible (Limpieza de inyectores del tanque) • Sistema de encendido y eléctrico (Arranque, motor, alternador). • Sistema de Dirección Hidráulica. • Sistema de Transmisión (embrague, caja y corona) • Sistema de Suspensión. • Alineación y balanceo. • Sistema de Bombeo (Bombas y turbinas) • Sistema de frenos • ABC motor. • Carrocería, Chasis y pintura. 				DETALLE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Instalar faro delantero. • Instalar tablero de instrumentos. • Cambiar barras de suspensión. • Chequear sistema eléctrico en general. • Pintar • Instalar Guías posteriores y delanteras. • Instalar molduras. • Corregir fuga de aceite de motor. 		

N.-	PLACA	DENOMINACIÓN	MARCA	TIPO	AÑO FAB.	MODELO
14	OEA113 3	MOVIL-1	SUZU KI	LOGISTICO	2015	GRAN VITARA SZ
DETALLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Refrigeración. • Sistema de Lubricación • Sistema de Distribución (Bandas) • Sistemas de Combustible (Limpieza de inyectores del tanque) • Sistema de encendido y eléctrico (Arranque, motor, alternador). • Sistema de Dirección Hidráulica. • Sistema de Transmisión (embrague, caja y corona) • Sistema de Suspensión. • Alineación y balanceo. • Sistema de Bombeo (Bombas y turbinas) 				DETALLE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Cambiar cauchos de contornos de ventanas de puertas delanteras. • Cambiar empaque de válvulas. • Cambiar Batería. • Suspensión en general. • Chequear frenos. • Alineación y balanceo. • Inspeccionar luces. 		
N.-	PLACA	DENOMINACIÓN	MARCA	TIPO	AÑO FAB.	MODELO
15	OEA- 3020	CARRO ESCALERA E-1	SPART AN MZ108	ESCALERA RETRACTIL	1987	MZ
DETALLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Refrigeración. • Sistema de Lubricación • Sistema de Distribución (Bandas) • Sistemas de Combustible (Limpieza de inyectores del tanque) • Sistema de encendido y eléctrico (Arranque, motor, alternador). • Sistema de Dirección Hidráulica. • Sistema de Transmisión (embrague, caja y corona) • Sistema de Suspensión. • Alineación y balanceo. • Sistema de Bombeo (Bombas y turbinas) • Sistema de frenos • ABC motor. 				DETALLE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Corregir consumo de aceite en motor. • Verificar velocímetro y tacómetro. • Limpieza de radiador. • Verificar bomba de agua y termostato. • Inspeccionar sistema eléctrico. • Verificar mecanismo de asiento de conductor. • Reparar o cambiar aros delanteros. 		

<ul style="list-style-type: none"> • Carrocería, Chasis y pintura. 						
N.-	PLACA	DENOMINACIÓN	MARCA	TIPO	AÑO FAB.	MODELO
16	FA707A	MOTO	RANGE	INSPECCION	2018	200GY-8
DETALLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Refrigeración. • Sistema de Lubricación • Sistema de Distribución (Bandas) • Sistemas de Combustible (Limpieza de inyectores del tanque) • Sistema de encendido y eléctrico (Arranque, motor, alternador). • Sistema de Dirección Hidráulica. • Sistema de Transmisión (embrague, caja y corona) • Sistema de Suspensión. • Alineación y balanceo. • Sistema de Bombeo (Bombas y turbinas) • Sistema de frenos • ABC motor. • Carrocería, Chasis y pintura. 				DETALLE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Cambiar aro de llanta. • Instalar batería. • Chequear sistema eléctrico en general. 		

Fuente: Autores

Se propone además la implementación de parte de averías que servirá para comunicar al jefe de mantenimiento sobre las averías suscitadas y solocitar el respectivo mantenimiento del vehiculo. Este documento será de uso del conductor y podrá emitirlo mediante el software.

3.6. Parte de averías

Figura 24. Formato de parte de averías de la flota vehicular del BCBCP

PARTE DE AVERÍAS N.0001		
Fecha:	Jefe del proyecto:	
Proyecto:	Conductor:	
Vehículo código:	Año:	
Tipo:	Placa:	
Marca:	Kilometraje/horas:	
Prioridad:		
Normal ()	Urgente ()	Programado ()
Naturaleza:		
Mantenimiento ()	Avería ()	Re-ingreso ()
Tipo de Mantenimiento:		
Preventivo ()	Correctivo ()	Modificativo ()
Descripción:		
		Aprobado: Si () No ()
Conductor	Jefe del proyecto	

Fuente: (Hidalgo, 2009)

Una vez generado el documento de parte de averías el siguiente procedimiento consiste en emitir una orden de trabajo donde se describa de forma clara la prioridad, naturaleza y tipo de mantenimiento que requiere el vehículo, además de datos informativos de identificación pertinentes.

3.7. Orden de trabajo

Figura 25. Formato de Orden de Trabajo para la flota vehicular del BCBCP

Capítulo IV

4. Desarrollo del software de mantenimiento para la flota vehicular del CBMCP

En este capítulo se muestra el desarrollo de un software de mantenimiento para el cual se utilizó el lenguaje de programación VBA (Visual Basic for Applications) y como base de datos el software Excel. Tanto el lenguaje de programación escogido para la interfaz como el programa designado para la base de datos son Softwares desarrollados por la empresa Microsoft garantizando una manipulación e interacción simple y eficiente entre ambos programas.

La finalidad de la herramienta informática es facilitar la manipulación de información, de esta manera se desarrollo un sistema informático que:

- Registra el personal y muestra un seguimiento de los trabajos de mantenimiento donde están involucrados.
- Registra y actualiza las distintas actividades de mantenimiento que puedan surgir al pasar del tiempo.
- Registra y actualiza los distintos activos mantenibles, además de proporcionar la información relevante de mantenimiento para cada uno de ellos.
- Registra y actualiza las distintas herramientas y repuestos que se utilicen para trabajos de mantenimiento además de generar un historial de consumo generado por las ordenes de trabajo realizadas.
- Generar, revisar y registrar ordenes de trabajo de mantenimiento para recolectar información para futuros estudios de confiabilidad y renovación de un plan de mantenimiento basado en la confidencialidad.

4.1. Esquema de la herramienta informática

La herramienta informática se desarrolló bajo el nombre de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador para el Departamento de Bomberos del Cantón Pasaje, el mismo en donde se identificaron los distintos módulos por los cuales se conforma. Estos módulos se decidieron a partir de la información recolectada, la realidad de las instalaciones y consideraciones del jefe de mantenimiento. A continuación, se presentan los módulos escogidos para el software.

4.1.1. Interfaz inicial

En esta ventana se muestran los módulos implementados dentro del GMAO: Personal, Activos, Actividades, Inventario y Mantenimiento. (Figura 23)

Tabla 33. *Simbología de la interfaz del GMAO*

Icono	Función
	Click → Módulo de Personal
	Click → Módulo de Activos
	Click → Módulo de Actividades
	Click → Módulo de Inventario
	Click → Módulo de Mantenimiento

Fuente: Autores

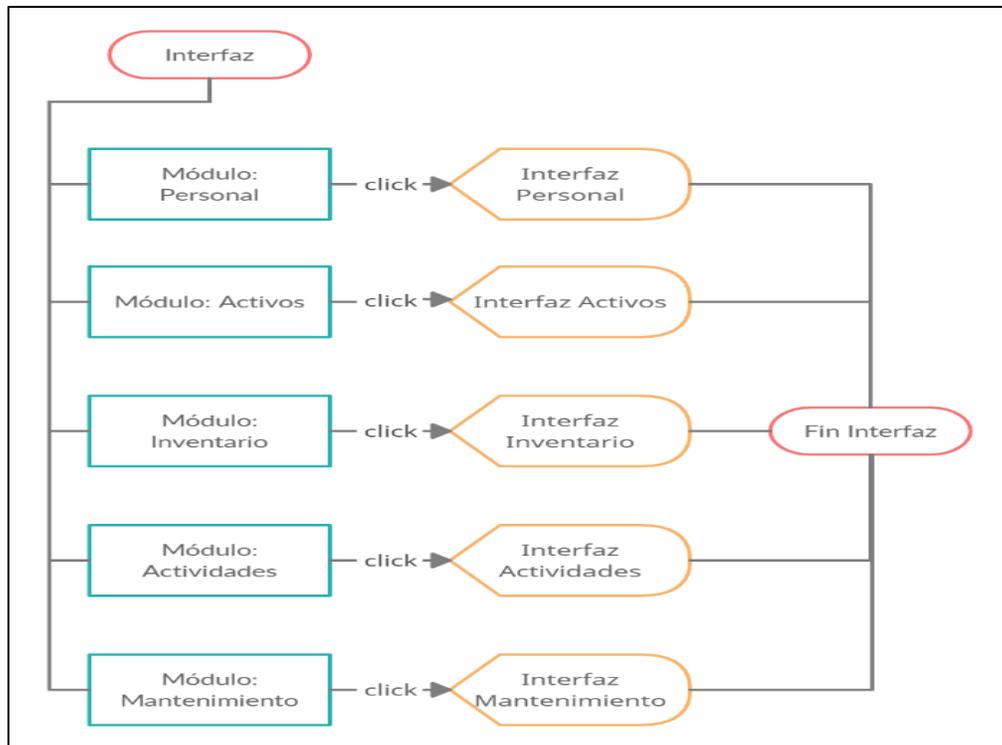
Para la realización de la interfaz se tomo en consideración un diseño simple y atractivo a la vista, de esta manera aseguramos una interacción sencilla con la herramienta, fácil de identificar los distintos accesos como se puede observar en la Tabla 33 donde se muestra los iconos utilizados para cada módulo.

Figura 26. Interfaz General del GMAO



Fuente: Autores

Figura 27. Diagrama de flujo de la interfaz general



Fuente: Autores

En la Figura 26 se puede observar la interfaz general de la herramienta informática en donde se presenta visualmente los distintos módulos los cuales están enlazados a sus respectivas interfaces gráficas como la interfaz de personal, activos, actividades, inventario y mantenimiento.

4.1.2. Módulo de Gestión de Personal

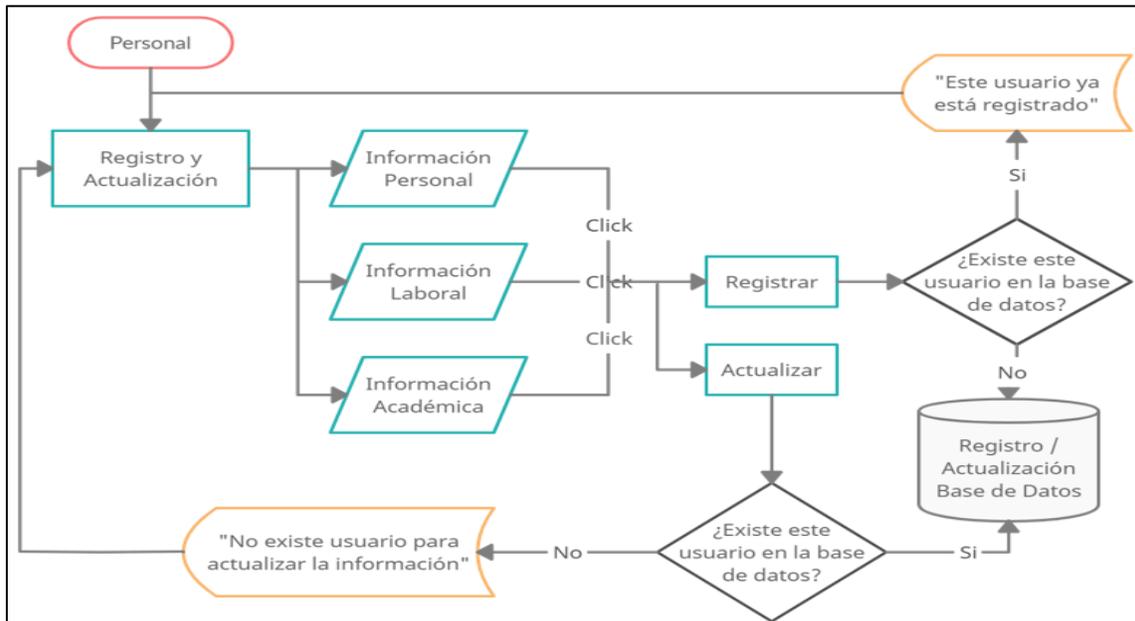
El presente módulo se usa para recopilar toda la información relacionada con el personal de la instalación, tales como los datos individuales, los datos laborales y las ocupaciones que haga cada trabajador.

Dentro del apartado “Datos personales” se registra la información personal de cada trabajador, tales como el nombre y apellido, el estado civil, cédula de identidad, correo electrónico y el teléfono. Dentro del apartado “Información Académica” se ingresa toda la información en cuanto a los estudios del trabajador, experiencia laboral y su capacitación previa. En el apartado “Información Laboral” se registra toda la información del trabajador involucrado con respecto al trabajo que desempeña en la empresa, como el cargo que ocupa, el horario y el salario recibido. Adicionalmente se cuenta con una lista de las intervenciones de mantenimiento, la misma que se actualiza dependiendo del usuario revisado, mostrando así las ordenes de trabajo donde ha tenido intervención dicho personal, esto se logra gracias a la creación automática de carpetas en la nube del cuerpo de bomberos que sirven como una base de datos en distintas ordenes de trabajo donde se ve involucrado el personal. (Figura 28)

Figura 28. *Gestión de Personal*

Fuente: Autores

Figura 29. Diagrama de flujo del módulo de personal



Fuente: Autores

4.1.3. Módulo de Gestión de Activos

Se usa para conceptualizar toda la información fundamental que tiene que ver con los activos mantenibles existentes como Denominación (código del activo), Tipo, Modelo, Año de fabricación, Motor, Chasis, Marca, Estado, Criticidad y un documento donde se detallen toda la información por catálogo del activo además de su vigente plan de mantenimiento e historial de mantenimiento. (Figura 30)

Figura 30. *Módulo: Gestión de Activos*

Autos

CERRAR

Datos del Auto

Denominación: Chasis:

Tipo: Marca:

Modelo: Estado:

Año de Fabricación: Criticidad:

Motor: Registrar Actualizar

Imagen

CARGAR IMAGEN

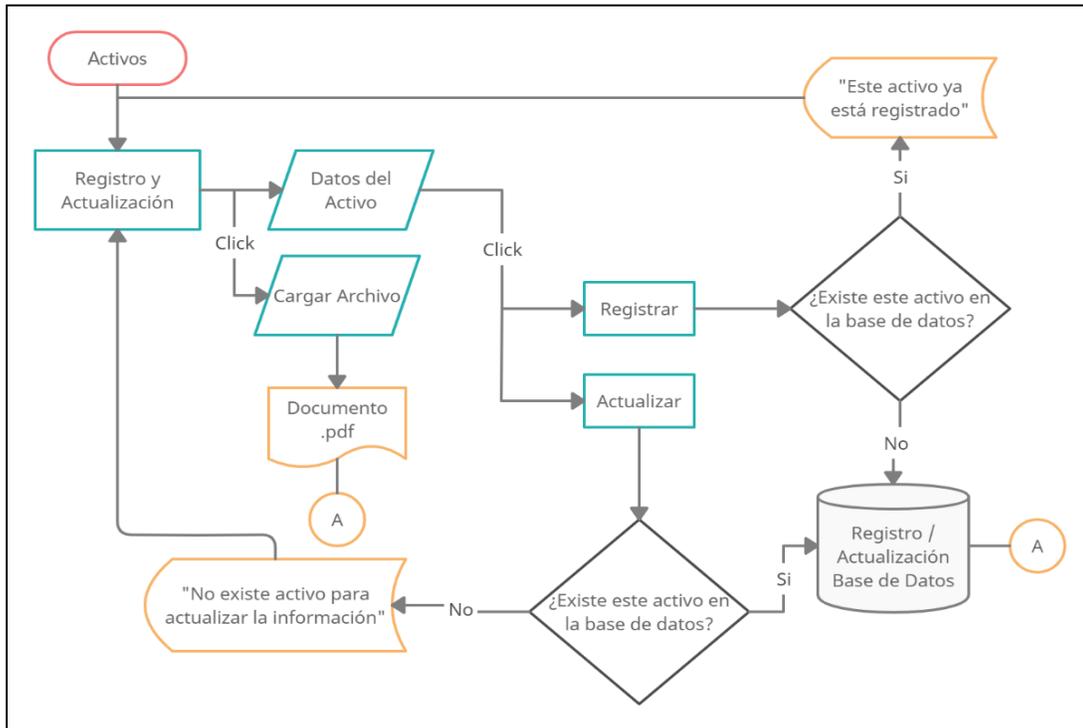
Cargar Archivo

***BOMBEROS DEL CANTÓN
PASAJE: REGISTRO DE
AUTOMÓVILES***

CUERPO DE BOMBEROS MUNICIPALES DEL CANTÓN PASAJE

Fuente: Autores

Figura 31. Diagrama de flujo del módulo de activos



Fuente: Autores

Es significativo indicar las estadísticas de un registro activo, se creará una carpeta en la nube de cuerpo de bomberos que servirá como base de datos para dicho activo en la cual se pueden encontrar todas las ordenes de trabajo generadas sobre esta máquina.

4.1.4. Módulo de Gestión de Inventario

En el presente módulo de inventarios es posible conservar y mantener el control de los registros de los repuestos, consumibles, materiales y herramientas de mantenimiento que se encuentren dentro de bodega.

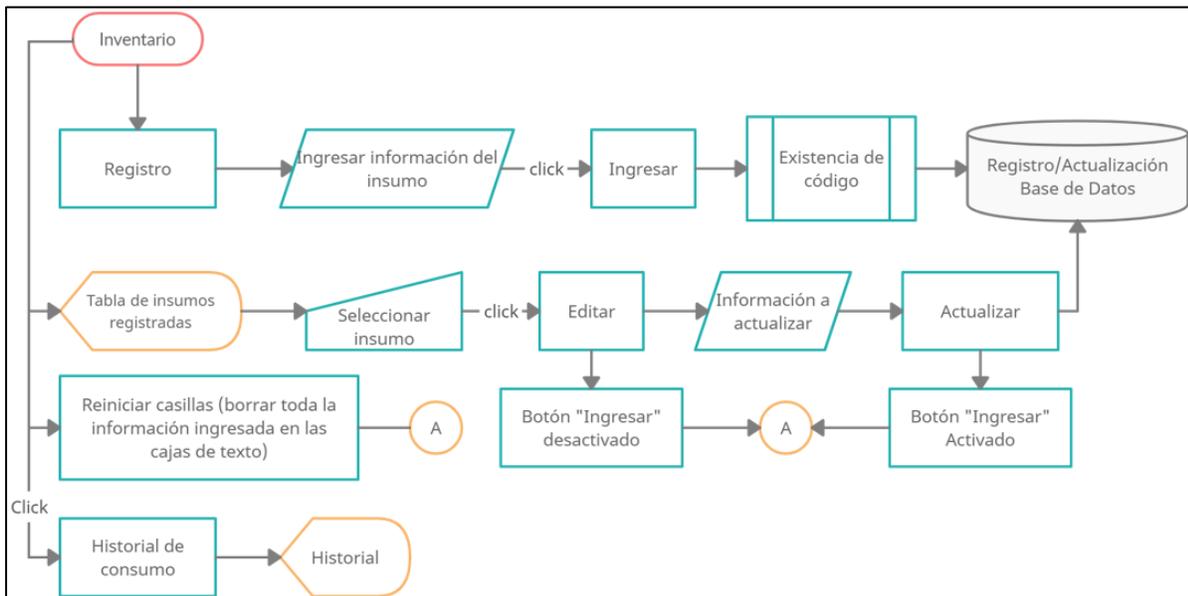
Este módulo ayudará a que los insumos sean accesibles para las distintas ocupaciones de mantenimiento que se van a realizar, la información que se recolecta son el código del producto, nombre del producto, la cantidad existente, ubicación del insumo y su característica. (Figura 32).

Figura 32. Módulo: Gestión de Inventario

CÓDIGO	PRODUCTO	CANTIDAD	UBICACION	CARACTERISTICA	Tipo
HG	GRUA	1	BODEGA	PROFESIONAL	Herramienta
HST	SOLDADORA TIG	1	BODEGA	PROFESIONAL	Herramienta
HSM	SOLDADORA MIG	1	BODEGA	PROFESIONAL	Herramienta
HP	PLASMA	1	BODEGA	PROFESIONAL	Herramienta
HPA	COMPRESOR DE AIRE	1	BODEGA	MINIMO 2 HP	Herramienta
HES	EQUIPO DE SOLDADURA	2	BODEGA	PROFESIONAL	Herramienta
HEH	ELEVADORES HIDRAULICO	2	BODEGA	PROFESIONAL	Herramienta
HC	CIZALLA	1	BODEGA	MECANICA	Herramienta
HGL	GATAS LAGARTO	2	BODEGA	MECANICA	Herramienta
HEA	ESCANER AUTOMOTRIZ	1	BODEGA	PROFESIONAL	Herramienta
HPP	PISTOLAS PARA PINTURAS	2	BODEGA	PROFESIONAL	Herramienta
HPFM	Palanca de fuerza mando 1	1	BODEGA	PROFESIONAL	Herramienta
HAPL	Alicate pico de loro	1	BODEGA	PROFESIONAL	Herramienta
HACF	Alicate corta frio	1	BODEGA	PROFESIONAL	Herramienta

Fuente: Autores

Figura 33. Diagrama de flujo del módulo de inventario



Fuente: Autores

Este modulo también cuenta con un historial de consumo de cada Orden de Trabajo generada, al momento de realiza un click sobre el botón “Historial de Consumo” donde se encuentra ubicado en la parte inferior derecha como se muestra en la Figura 29 se abrirá una nueva interfaz la cual lleva el control de los repuestos y herramientas que han sido solicitadas para cada trabajo de mantenimiento. Esta nueva ventana nos mostrará el código del repuesto o herramienta, la

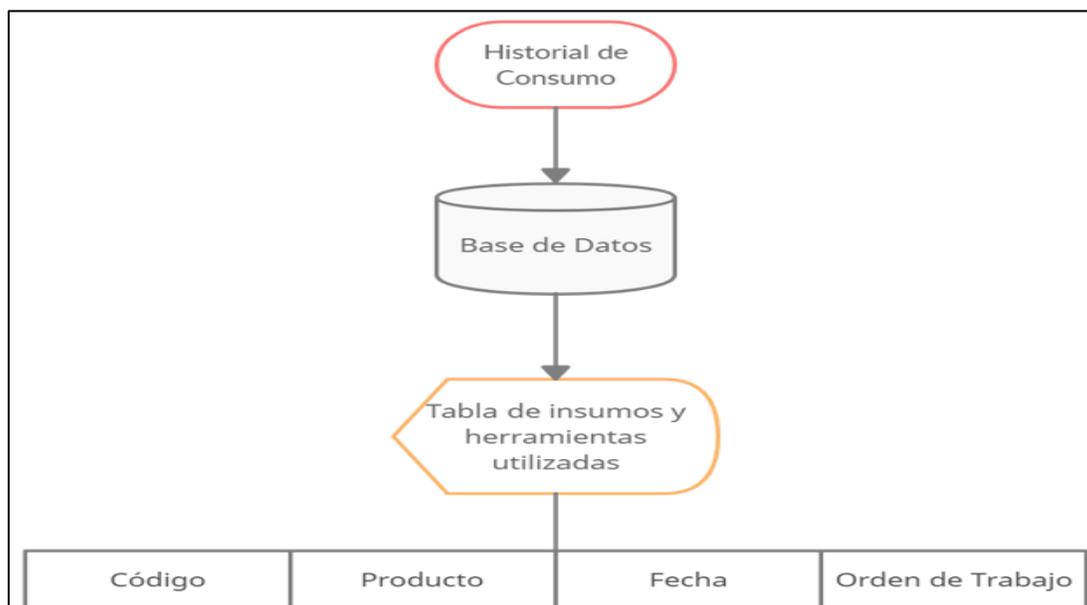
descripción del insumo, la fecha que ha sido solicitado y la Orden de Trabajo donde fue utilizado el repuesto como se visualiza en la Figura 34.

Figura 34. Ventana: *Historial de Consumo*

Código	Producto	Fecha	OdT
HST	SOLDADORA TIG	27/10/2021	ORDEN DE TRABAJO #013
HPA	COMPRESOR DE AIRE	27/10/2021	ORDEN DE TRABAJO #013
HES	EQUIPO DE SOLDADURA	27/10/2021	ORDEN DE TRABAJO #013
HP	PLASMA	27/10/2021	ORDEN DE TRABAJO #014
HPA	COMPRESOR DE AIRE	27/10/2021	ORDEN DE TRABAJO #014
HST	SOLDADORA TIG	27/10/2021	ORDEN DE TRABAJO #015
HSM	SOLDADORA MIG	27/10/2021	ORDEN DE TRABAJO #015
HP	PLASMA	27/10/2021	ORDEN DE TRABAJO #015

Fuente: Autores

Figura 35. Diagrama del flujo de la ventana: *Historial de Consumo*



Fuente: Autores

4.1.5. Módulo de Gestión de Actividades

En este módulo es el encargado de gestionar todas las actividades de mantenimiento relacionadas con los activos, este módulo está estrechamente ligado con el módulo de “Gestión de activos”.

En este módulo se pueden registrar o actualizar todas las actividades de mantenimiento que necesita la maquinaria. Recopila información relevante como Actividad, Nivel de intervención, Auto, código de la actividad, tipo de tarea (preventiva o correctiva) y finalmente el código final de la actividad el mismo que será proporcionado por el Software con la información que se ingresó previamente como se observa en la Figura 36.

Figura 36. Módulo: Gestión de Actividades

Actividades
✕

Actividad:

Nivel Intervención: Código actividad:

Auto: Tipo de tarea:

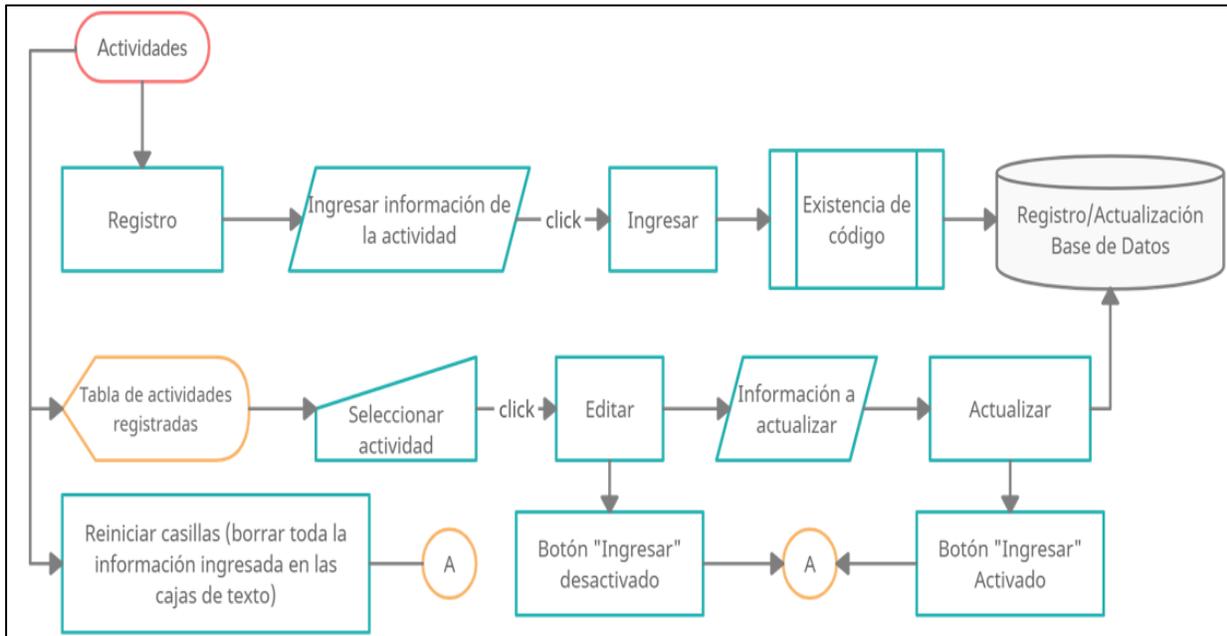
Código Final:



Actividad	Nivel de Intervención	Auto	Tipo de tarea	Código act	Código
ABC frenos	N2	SM,VEER	TRPV	ABCF	ABCF-SM,VEER-TRPV
Alineación, balanceo y rotación	N3	SM,VEER	TRPV	ABR	ABR-SM,VEER-TRPV
Arbol de transmisión y crucetas	N1	SM,VEER	TRPV	ATC	ATC-SM,VEER-TRPV
Bandas de accesorios	N2	SM,VEER	TRPV	BA	BA-SM,VEER-TRPV
Baterías	N1	SM,VEER	TRPV	B	B-SM,VEER-TRPV
Calibración de válvulas	N2	SM,VEER	TRPV	CV	CV-SM,VEER-TRPV
Cambiar aceite de caja de cambio	N1	SM,VEER	TRPV	CACC	CACC-SM,VEER-TRPV
Cambiar aceite diferencial (es)	N1	SM,VEER	TRPV	CAD	CAD-SM,VEER-TRPV
Cambiar aceite y filtro de motor	N1	SM,VEER	TRPV	CAFM	CAFM-SM,VEER-TRPV
Cañerías, acoples, uniones	N1	SM,VEER	TRPV	CAU	CAU-SM,VEER-TRPV
Colador de la bomba de inyección	N1	SM,VEER	TRPV	CBI	CBI-SM,VEER-TRPV
Crucetas	N1	SM,VEER	TRPV	C	C-SM,VEER-TRPV
Dirección (revisión general)	N1	SM,VEER	TRPV	D	D-SM,VEER-TRPV
Engrase general	N1	SM,VEER	TRPV	EG	EG-SM,VEER-TRPV
Filtro de aire	N1	SM,VEER	TRPV	FA	FA-SM,VEER-TRPV
Filtro de combustible	N1	SM,VEER	TRPV	FC	FC-SM,VEER-TRPV
Fugas de fluidos o aire	N1	SM,VEER	TRPV	FFA	FFA-SM,VEER-TRPV
Limpieza de inyectores	N3	SM,VEER	TRPV	LI	LI-SM,VEER-TRPV
Limpieza del tanque de combustible	N2	SM,VEER	TRPV	LTC	LTC-SM,VEER-TRPV
Marcha mínima del motor y desarm	N1	SM,VEER	TRPV	MMMD	MMMD-SM,VEER-TRPV
Medición de la compresión de mot	N2	SM,VEER	TRPV	MCM	MCM-SM,VEER-TRPV
Neumáticos	N1	SM,VEER	TRPV	N	N-SM,VEER-TRPV
Nivel fluidos: refrigerante, frenos,	N1	SM,VEER	TRPV	NF	NF-SM,VEER-TRPV
Presión de descarga de inyección	N3	SM,VEER	TRPV	POI	POI-SM,VEER-TRPV
Reajuste general	N1	SM,VEER	TRPV	RG	RG-SM,VEER-TRPV
Rodamientos, cubos de ruedas, e	N2	SM,VEER	TRPV	RCRE	RCRE-SM,VEER-TRPV
Sedimentador o separador de agu	N1	SM,VEER	TRPV	SSA	SSA-SM,VEER-TRPV
Sistema de escape	N1	SM,VEER	TRPV	SE	SE-SM,VEER-TRPV
Suspensión	N2	SM,VEER	TRPV	S	S-SM,VEER-TRPV
Tanque de combustible	N1	SM,VEER	TRPV	TC	TC-SM,VEER-TRPV
Tiempo de inyección	N3	SM,VEER	TRPV	TI	TI-SM,VEER-TRPV

Fuente: Autores

Figura 37. Diagrama de flujo del módulo de gestión de actividades



Fuente: Autores

4.1.6. Módulo de Gestión de mantenimiento

En este módulo se ocupa todo aquello que tiene relación con la orden de trabajo, a la planeación y programación de las ocupaciones de mantenimiento y al registro de estas, por lo que este módulo es considerado el central ya que se relaciona con básicamente todos los módulos del GMAO.

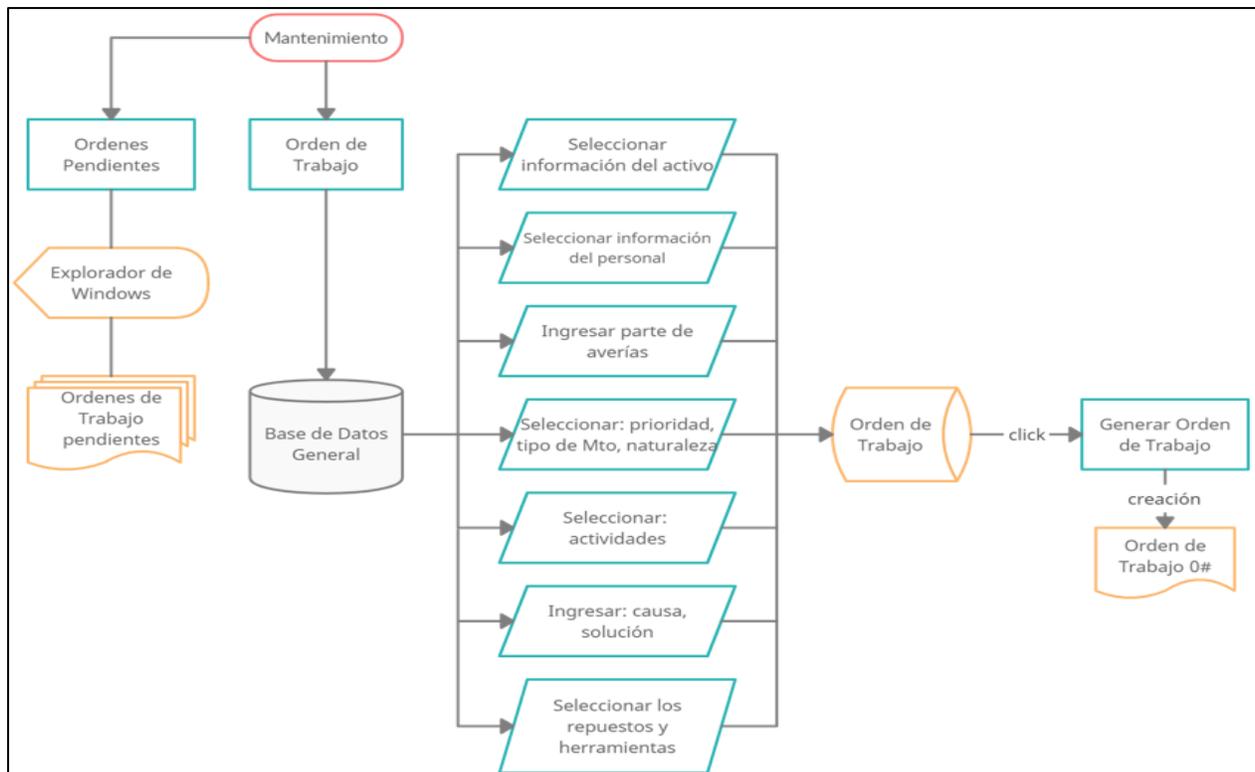
En primera instancia tenemos una interfaz de selección (Figura 38) donde nos mostrará el primero botón “Orden de Trabajo” el cual está encargado de llevarnos a una nueva ventana como se puede observar en la Figura 45 seguido del botón “Ordenes Pendientes” el cual se encargará de mostrarnos el navegador de Windows (Figura 46) en donde podremos observar todas las ordenes de trabajo que han sido generadas pero no culminadas, de esta manera se da el paso al operario del sistema GMAO de culminar con la información que se necesite.

Figura 38. Módulo: Gestión de Mantenimiento



Fuente: Autores

Figura 39. Diagrama de flujo del módulo de mantenimiento



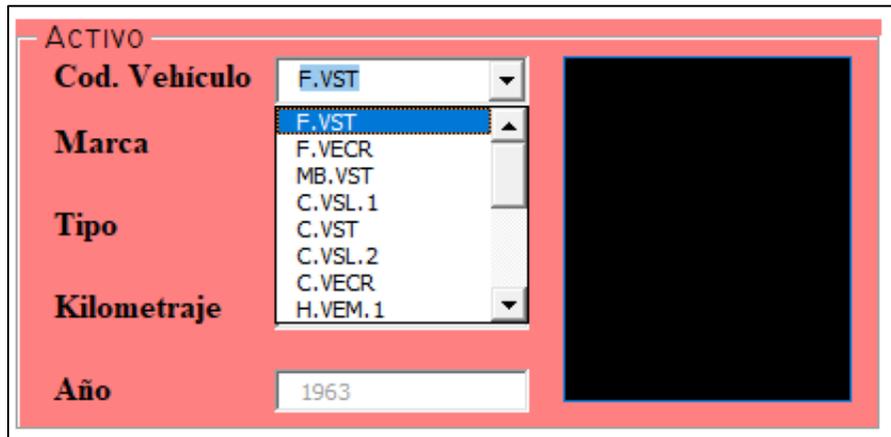
Fuente: Autores

Dentro de la ventana “Orden de Trabajo” podemos observar un menú el cual interactuará con el encargado de mantenimiento ya que la mayoría de los campos se rellenarán automáticamente.

El encargado de mantenimiento tendrá que:

- Elegir de la lista desplegable el código del vehículo.

Figura 40. Selección del Vehículo



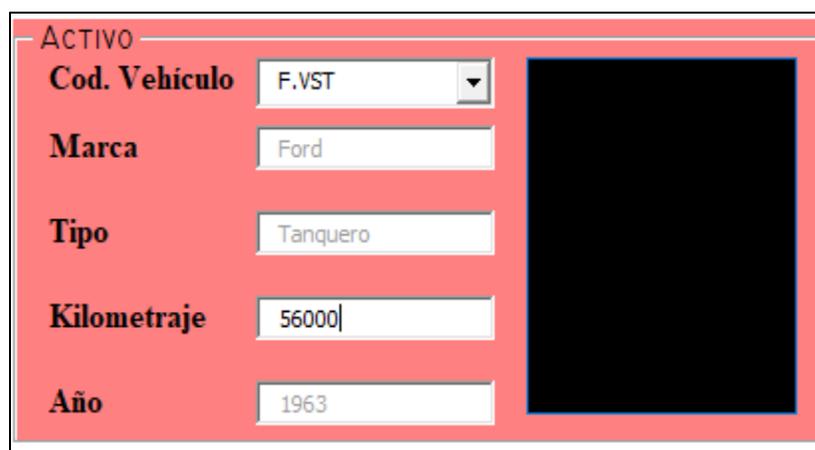
The screenshot shows a window titled "ACTIVO" with a red background. It contains a form with the following fields:

- Cod. Vehículo:** A dropdown menu with "F.VST" selected and a list of options: F.VST, F.VECR, MB.VST, C.VSL.1, C.VST, C.VSL.2, C.VECR, H.VEM.1.
- Marca:** A text input field.
- Tipo:** A text input field.
- Kilometraje:** A text input field.
- Año:** A text input field containing "1963".

Fuente: Autores

- Ingresar manualmente el kilometraje actual

Figura 41. Ingreso del Kilometraje



The screenshot shows the same window "ACTIVO" with the following data entered:

- Cod. Vehículo:** F.VST
- Marca:** Ford
- Tipo:** Tanquero
- Kilometraje:** 56000
- Año:** 1963

Fuente: Autores

- Seleccionar de la lista desplegable el nombre del conductor

Figura 42. Selección del Personal

Personal

Conductor [dropdown menu] **Telefono** [input field] **E**

Parte de A [input field]

Prioridad [input field]

Edin Armijos
VICTOR JAVIER FAJA
EDUARDO XAVIER M
DULIER RAFAEL AMA
JUAN OSWALDO GIA
ROGELIO RENEE RIV
DIXON WISMAN AND
JOSE DAVID ALVARA

Fuente: Autores

- Ingresar manualmente el parte de averías (reporte técnico)

Figura 43. Ingreso de la Causa y Solución

Causa Desgaste de pastillas

Solución Chequeo y cambio de lo que sea necesario

Fuente: Autores

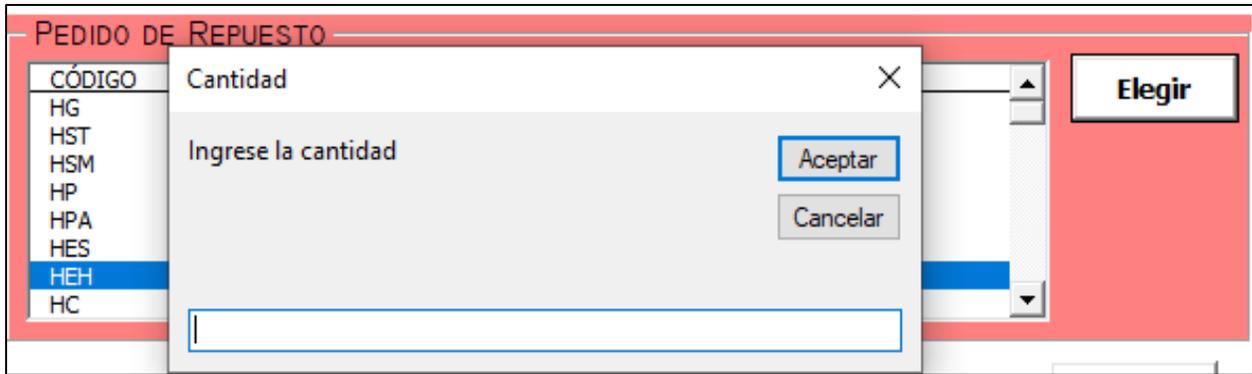
- Elegir los repuestos o herramientas a utilizar, dando un click sobre el insumo deseado y presionando el botón elegir que se encuentra al lado derecho de la lista, (Figura 44) finalmente aparecerá una pantalla emergente preguntando la cantidad ha utilizar del insumo escogido.

Figura 44. Elección de repuestos y herramientas

PEDIDO DE REPUESTO

CÓDIGO	PRODUCTO	CANTIDAD
HG	GRUA	1
HST	SOLDADORA TIG	1
HSM	SOLDADORA MIG	1
HP	PLASMA	1
HPA	COMPRESOR DE AIRE	1
HES	EQUIPO DE SOLDADURA	2
HEH	ELEVADORES HIDRAULICO	2
HC	CIZALLA	1

Elegir



Fuente: Autores

Una vez ingresada toda la información relevante se procede hacer un click en el botón “Crear Orden de Trabajo” el mismo que se encuentra en la parte inferior de la ventana Orden de Trabajo donde se puede observar en la Figura 45.

Figura 45. Ventana: Orden de Trabajo

Orden de Trabajo

ACTIVO

Cod. Vehículo: F.VST

Marca: Ford

Tipo: Tanquero

Kilometraje: 56000

Año: 1963

PERSONAL

Conductor: Edin Armijos | Telefono: 0983886461

PARTE DE ÁVERÍAS

Frenos del auto defectuosos

PRIORIDAD

Urgente Programado Normal

TIPO DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento Averia Re-Ingreso

NATURALEZA

Preventivo Correctivo Modificativo

TRABAJOS SOLICITADOS

ABC-SM.VEER-TRPV | ABC frenos

EG-SM.VEER-TRPV | Engrase general

Causa: Desgaste de pastillas

Solución: Chequeo y cambio de lo que sea necesario

PEDIDO DE REPUESTO

CÓDIGO	PRODUCTO	CANTIDAD
HG	GRUA	1
HST	SOLDADORA TIG	1
HSM	SOLDADORA MIG	1
HP	PLASMA	1
HPA	COMPRESOR	1
HES	EQUIPO DE SOLDADURA	2
HEH	ELEVADORES HIDRAULICO	2
HC	CIZALLA	1

BOMBEROS

Crear Orden De Trabajo

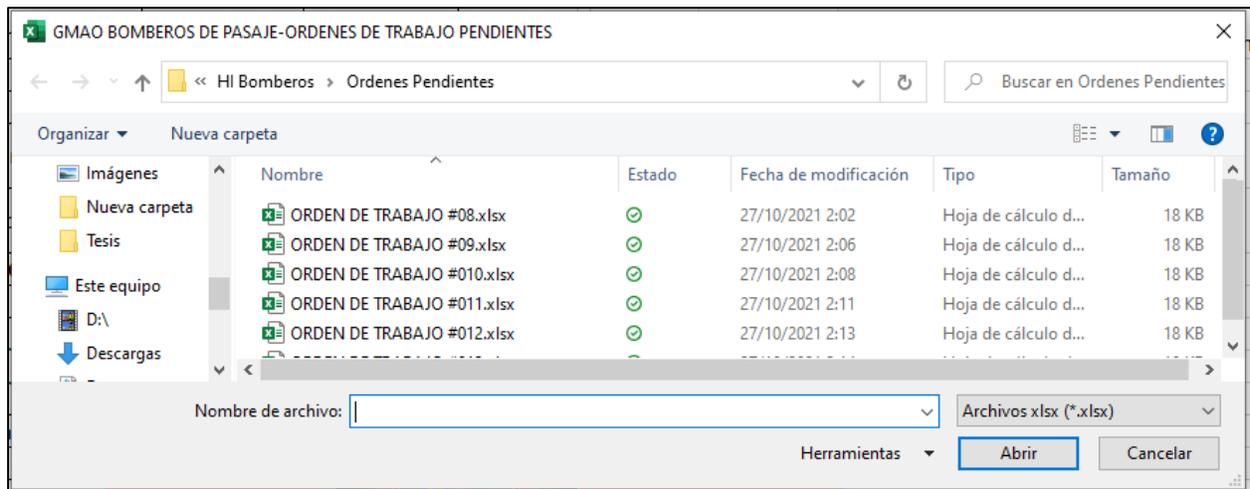
Cerrar

Fuente: Autores

A continuación se creará un archivo con el nombre de “Orden de Trabajo #X” donde X es el número de Ordenes de trabajo que se han realizado hasta el momento y se almacenará en una carpeta en la nube llamada “Ordenes pendientes”.

Utilizando el módulo de mantenimiento podremos ingresar a dicha carpeta donde observaremos todas las ordenes de trabajo generadas sin culminar como se observa en la figura 46.

Figura 46. Carpeta: *Ordenes Pendientes*



Fuente: Autores

Al seleccionar el archivo deseado, se abrirá la Orden de Trabajo para ser culminada, como se observar en la Figura 47, los espacios remarcados con color verde serán aquellos que el operario deberá ingresar de manera manual, los campos sobrantes son autocompletados por la herramienta informática.

Figura 47. Orden de Trabajo Pendiente

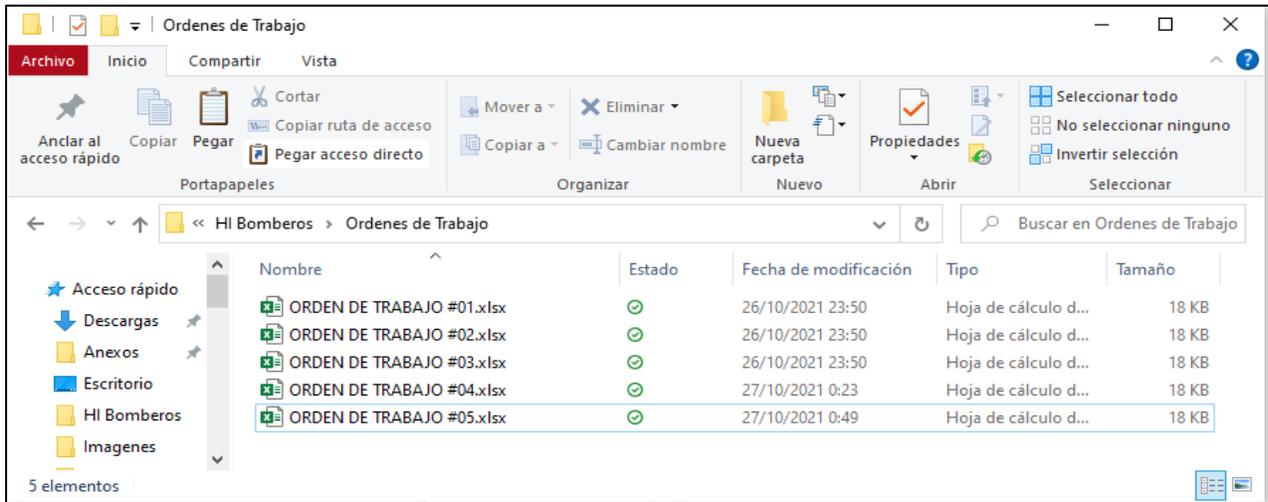
 CUERPO DE BOMBEROS MUNICIPAL DE PASAJE						
ORDEN DE TRABAJO #07						
Fecha ingreso	31/10/2021		Fecha de entrega			
Parte de averias		Marca		Kilometraje		
Cod. Vehiculo		Tipo		Año		
Conductor				Telefono		
Prioridad						
Naturaleza						
Tipo de mto						
TRABAJO SOLICITADO						
Código	Actividad				Tipo de tarea	
--					0	
--					0	
--					0	
Causa						
Solucion						
PEDIDO DE REPUESTOS						
Cantidad	Descripcion	Firma	Cantidad	Descripcion	Firma	
Control de Mantenimiento						
Código	Trabajo realizado	Mecánico	Fecha/Hora		Horas trabajadas	Costo (\$)
			Comienzo	Final		
--	0					
--	0					
--	0					
--	0					
--	0					
	Costo total M.O.	0				
	Costo Repuestos					
	COSTO TOTAL	0				

GUARDAR

Fuente: Autores

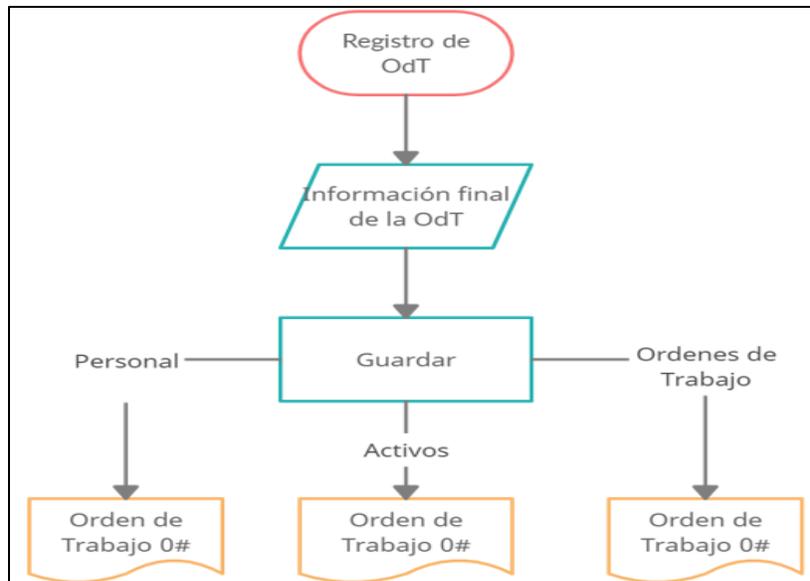
Una vez rellenos los campos se procede a hacer click sobre el botón guardar ubicado al inferior de la Orden de Trabajo. Esto creará tres archivos de tipo Excel, un archivo irá dirigido a la carpeta del personal involucrado, el segundo archivo irá a la carpeta del activo intervenido y el ultimo archivo se registrará en la carpeta “Ordenes de Trabajo” donde se encuentran todas las ordenes de trabajo generadas. (Figura 48)

Figura 48. Generación final de ordenes de trabajo



Fuente: Autores

Figura 49. Diagrama de flujo de la generación de las Ordenes de Trabajo



Fuente: Autores

Conclusiones

- En este proyecto técnico se desarrollo la investigación de una recensión teórica correspondientes a diferentes procesos de planes de mantenimiento empleados en la industria Automotriz. Y los diferentes sistemas de gestión de mantenimiento que hay en el mercado para luego determinar cuáles pueden ser aplicables en CBMCP.
- El estado de la flota vehicular del Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pasaje (CBMCP) actualmente no posee un plan de mantenimiento preventivo si no correctivo según los archivos físicos que se ha analizado durante la investigación decir que los intervalos de mantenimiento y costes anuales son muy significativos en los últimos seis años con un valor aproximado de \$ 445.487,91 es de decir que sus costes acumulados y su equivalencia en porcentaje es de \$ 45.993,77 que representa el 31% de igual forma se pudo determinar que el sistema mecánico de los vehículos del Cuerpo de Bomberos Municipal del Cantón Pasaje se considera critico por el descaste de sus elementos y el coste de reparación, caso similar ocurre en el mantenimiento preventivo con un coste de \$39.863,48 que incorpora el 57% de los gastos mientras que los otros sistemas hacen referencias como a chapa, pintura, tapicería, instalación de cintas Reflectivas, problemas en el sistema de suspensión tienen un costo de \$28.937.72 lo cual este representa un valor porcentual del 100% de esta manera con la determinación en función de los archivos físicos e históricos de mantenimiento se procedió a la realización del plan de mantenimiento preventivo.
- Se genero una propuesta del plan de mantenimiento preventivo basado en todos los registros históricos de mantenimiento y averías de todas las unidades del Cuerpo de Bomberos del Cantón Pasaje, por ende va extender y mantener la vida útil del parque automotor del cuerpo de bomberos y así mejorar también la toma decisiones cuando se tenga que hacer un diagnóstico o reparación requerida decir que se logro identificar los intervalos de reparaciones y kilometrajes que van desde los 5.000km hasta los 10.000km con tiempos en horas para los vehículos livianos y pesados de dos a siete horas respectivamente luego de establecer las actividades dentro de cada nivel y se les nombro con la letra N lo que represente el grado de intervención en una subcategoría como es "N1", "N2", "N3" y correspondiente a la jerarquización de las actividades a realizar.

- Una vez analizado el estado actual del cuerpo de bomberos del cantón Pasaje, se determinó la necesidad de la implementación de una base de datos digital capaz de adquirir toda la información relevante de cada trabajo de mantenimiento efectuado debido a que el método pasado (registro en hojas) había sufrido pérdidas; por lo tanto se realizó la programación de un sistema personalizado tipo GMAO con un total de 5 módulos los cuales ayudan a gestionar la información de mantenimiento, finalizando en la implementación del mismo y capacitación del encargado de mantenimiento.

Recomendaciones

Recomendaciones GMAO

- Se recomienda que el sistema GMAO sea aplicado de forma progresiva en las distintas áreas por las que esté conformado el cuerpo de Bomberos del Cantón de Pasaje.
- Luego de analizar los archivos físicos es recomendable que se cumpla con el plan de mantenimiento preventivo en el periodo establecido por el jefe de taller y así dar mayor vida útil a la flota vehicular y reduciendo costos de mantenimiento.
- Se sugiere a la persona encargada de la flota vehicular tenga capacitaciones en el manejo y uso de la herramienta informática y de cada uno de sus módulos, donde pueda generar ordenes de trabajo y realizar el correcto mantenimiento de una manera eficaz de las fallas y averías de cada vehículo del cuerpo de bomberos.
- Se recomienda actualizar continuamente el software agregando nuevos módulos como podrían ser, “Orden de compra” después de realizarse una Orden de trabajo, adicionalmente se podría adaptar la aplicación con un sistema IoT y una aplicación de celular para informar al conductor si tiene algún mantenimiento pendiente por realizar.

Anexos

ANEXO 1

**FORMATO DE ENCUESTA REALIZADA AL PERSONAL DEL
TALLER MECÁNICO**

Objetivo: La encuesta está diseñada para recopilar información sobre la gestión de mantenimiento que se realiza en la flota vehicular del CBMP.

Indicaciones: En cada pregunta conteste con una X en el casillero que considere pertinente.

	SI	NO
1. ¿La organización del taller, permite realizar los trabajos de manera rápida y eficaz?		
2. ¿La toma de decisiones de un proceso del taller es agil, efectivo y rápido?		
3. ¿Dispone de la información adecuada y precisa para realizar su trabajo?		
4. ¿Los proveedores les brindan capacitación necesaria para realizar los trabajos?		
5. ¿La infraestructura responde efectivamente a las necesidades de su área?		
6. ¿Es adecuado el apoyo administrativo para el mantenimiento optimo de los vehículos?		
7. ¿Es considerada su opinión como mecanico en la planificación del mantenimiento		
8. ¿Existen gestiones para mejorar y optimizar las instalaciones y equipos?		
9. ¿Reconocen sus necesidades respecto al desarrollo de su trabajo?		
10. ¿Realizan actividades para reducir el nivel de contaminación como control y reciclaje de residuos?		

ANEXO 2

FORMATO DE ENCUESTA REALIZADA A LOS CONDUCTORES DE LA FLOTA VEHICULAR DEL CBMCP

Objetivo: La encuesta está diseñada para recopilar información sobre la gestión de mantenimiento que se realiza en la flota vehicular del CBMP.

Indicaciones: En cada pregunta conteste con una X en el casillero que considere pertinente.

	SI	NO
¿Lleva usted un inventario de los servicios y revisiones del vehículo?		
¿Se planifica la paralización de un vehículo para darle mantenimiento?		
¿Existen políticas o reglamentos definidos para el cuidado y uso de los vehículos?		
¿Se realizan las planificaciones de mantenimiento considerando aportes de los choferes?		
¿La institución, realiza controles y verificación de cumplimiento de los programas de mantenimiento?		

ANEXO 3

CÓDIFICACION DE LA HERRAMINETA INFORMATICA

Código de la herramienta informática (Interfaz)

```
Private Sub CommandButton1_Click()  
Interfaz.Hide  
Personal.Show  
End Sub  
Private Sub CommandButton2_Click()  
Sheets("Activos Registrados").Select  
Interfaz.Hide  
Autos.Show  
End Sub  
Private Sub CommandButton3_Click()  
Interfaz.Hide  
Actividades.Show  
End Sub  
Private Sub CommandButton4_Click()  
Interfaz.Hide  
Inventario.Show  
End Sub  
Private Sub CommandButton5_Click()  
Interfaz.Hide  
Mantenimiento.Show  
End Sub  
Private Sub Frame2_Click()  
Frame4.Visible = True  
End Sub  
Private Sub Frame4_Click()  
Frame4.Visible = False  
End Sub  
Private Sub Frame5_Click()  
Frame4.Visible = False  
End Sub  
Private Sub Label1_Click()  
Frame4.Visible = False  
End Sub
```

Código de la herramienta informática (Módulo: Personal)

```
Private Sub CommandButton7_Click()
j = 6
Dim Celda As Range
Dim palabra As String
palabra = ComboBox2
Sheets("Personal").Select
  For Each Celda In Range("C6:C100")
    If Celda.Value = palabra Then

      Cells(j, 4) = TextBox2
      Cells(j, 5) = ComboBox1
      Cells(j, 6) = TextBox4
      Cells(j, 7) = TextBox5
      Cells(j, 8) = TextBox6
      Cells(j, 9) = TextBox7
      Cells(j, 10) = TextBox8
      Cells(j, 11) = TextBox9
      Cells(j, 12) = TextBox10
      Cells(j, 13) = TextBox11
      Cells(j, 14) = TextBox12
      Cells(j, 15) = TextBox13
      Cells(j, 16) = TextBox3
      Exit Sub
    Else
      j = j + 1
    End If
  Next Celda
  MsgBox ("No se encontró personal")
End Sub

Private Sub CommandButton8_Click()
MultiPagel.Visible = True
End Sub

Private Sub ingresar_Click()
ActiveWorkbook.Save
Dim i As Integer
Dim j As Integer

Sheets("Personal registrado").Select
i = 5
a = 1

While a = 1
  If Cells(i, 3).Value = Empty Then
    Cells(i, 3).Select
    j = ActiveCell.Row
    a = 2
  Else
    If ComboBox2 = Cells(i, 3) Then
      MsgBox ("El código de usuario ya existe")
      ComboBox2 = Empty
      Exit Sub
    End If
    i = i + 1
  End If
Wend
```

Código de la herramienta informática (Módulo: Activos)

```
Private Sub CommandButton20_Click()
k = 0
i = 6
j = 6
Dim Celda As Range
Dim palabra As String
palabra = ComboBox1
Sheets("Activos Registrados").Select
  For Each Celda In Range("C6:C100")
    If Celda.Value = palabra Then

        Cells(j, 4) = TextBox1
        Cells(j, 5) = TextBox2
        Cells(j, 6) = TextBox4
        Cells(j, 7) = TextBox5
        Cells(j, 8) = TextBox10
        Cells(j, 9) = TextBox6
        Cells(j, 10) = TextBox7
        Cells(j, 11) = TextBox8
        Cells(j, 12) = TextBox9
        Cells(j, 13) = TextBox3
        Cells(j, 3) = ComboBox1
        Exit Sub
    Else
        j = j + 1
    End If
  Next Celda
  MsgBox ("Actualización exitosa")
End Sub

Private Sub CommandButton21_Click()
Dim i As Integer
Dim j As Integer
Sheets("Activos Registrados").Select
i = 6
a = 1
While a = 1
  If Cells(i, 3).Value = Empty Then
    Cells(i, 8).Select
    j = ActiveCell.Row
    a = 2
  Else
    If ComboBox1 = Cells(i, 3) Then
      MsgBox ("El código de usuario ya existe")
      ComboBox1 = Empty
      Exit Sub
    End If
    i = i + 1
  End If
Wend
'Pasar valores a tabla
Cells(j, 3) = ComboBox1
Cells(j, 4) = TextBox1
Cells(j, 5) = TextBox2
Cells(j, 6) = TextBox4
```

Código de la herramienta informática (Módulo: Gestión de Inventario)

```
Private Sub ingresar_Click()
    Sheets("Gestion de Inventario").Select

    Dim i As Integer
    Dim a As Integer
    Dim j As Integer
    If CheckBox1 = False And CheckBox2 = False Then
        MsgBox ("Seleccione un tipo de insumo")
        Exit Sub
    End If
    If CheckBox1 = True And CheckBox2 = True Then
        MsgBox ("Seleccione un solo tipo de insumo")
        Exit Sub
    End If
    If TextBox1 = Empty Then
        MsgBox ("Ingrese un código")
    End If
    Exit Sub
    i = 6
    a = 1
    While a = 1
        If Cells(i, 2).Value = Empty Then
            Cells(i, 2).Select
            j = ActiveCell.Row
            a = 2
        Else
            If TextBox1 = Cells(i, 2) Then
                MsgBox ("El código de insumo ya existe")
                TextBox1 = Empty
                TextBox2 = Empty
                TextBox3 = Empty
                TextBox4 = Empty
                TextBox5 = Empty
                Exit Sub
            End If
            i = i + 1
        End If
    Wend

    Cells(j, 2) = TextBox1
    Cells(j, 3) = TextBox2
    Cells(j, 4) = TextBox3
    Cells(j, 5) = TextBox4
    Cells(j, 6) = TextBox5

    If CheckBox1 = True Then
        Cells(j, 7) = "Herramienta"
    End If
    If CheckBox2 = True Then
        Cells(j, 7) = "Repuesto"
    End If
    TextBox1 = Empty
    TextBox2 = Empty
    TextBox3 = Empty
    TextBox4 = Empty
    TextBox5 = Empty
End Sub
```

Código de la herramienta informática (Módulo: Gestión de Inventario)

```
Private Sub CommandButton1_Click()
Sheets("Actividades registradas").Select
a = 1
i = 3
While a = 1
    If Cells(i, 3).Value = Empty Then
        Cells(i, 2).Select
        j = ActiveCell.Row
        a = 2
    Else
        i = i + 1
    End If
Wend
    Cells(j, 3) = TextBox1
    Cells(j, 4) = TextBox2
    Cells(j, 5) = TextBox3
    Cells(j, 6) = TextBox4
    Cells(j, 7) = TextBox5

MsgBox ("Registro exitoso")
ActiveWorkbook.Worksheets("Actividades registradas").ListObjects("Tabla3").Sort _
    .SortFields.Clear
    ActiveWorkbook.Worksheets("Actividades registradas").ListObjects("Tabla3").Sort _
    .SortFields.Add2 Key:=Range("Tabla3[ [#All],[Auto]]"), SortOn:= _
    xlSortOnValues, Order:=xlDescending, DataOption:=xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("Actividades registradas").ListObjects("Tabla3") _
    .Sort
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
ActiveWorkbook.Worksheets("Actividades registradas").ListObjects("Tabla3").Sort _
    .SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("Actividades registradas").ListObjects("Tabla3").Sort _
    .SortFields.Add2 Key:=Range("Tabla3[ [#All],[Auto]]"), SortOn:= _
    xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("Actividades registradas").ListObjects("Tabla3") _
    .Sort
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
    TextBox1 = Empty
    TextBox2 = Empty
    TextBox3 = Empty
    TextBox4 = Empty
    TextBox5 = Empty
    TextBox6 = Empty
    CommandButton1.Enabled = True
End Sub
```

Código de la herramienta informática (Orden de Trabajo)

```
Sub GuardarOdTnueva()  
  
Sheets("Orden de Trabajo").Select  
nombre = Cells(1, 1).Value  
aux = Application.ActiveWorkbook.Path  
Range("I4") = aux  
ruta = Application.ActiveWorkbook.Path & "\Ordenes Pendientes\  
  Sheets("Orden de Trabajo").Select  
  Sheets("Orden de Trabajo").Copy  
  ActiveWorkbook.SaveAs Filename:= _  
    ruta & nombre, FileFormat:= _  
    xlOpenXMLWorkbook, CreateBackup:=False  
  ActiveWindow.Close  
  Sheets("Orden de Trabajo").Select  
  Range("H7").Value = Range("H7").Value + 1  
j = 20  
Dim Celda As Range  
For Each Celda In Range("B20:B25")  
  If Celda.Value = Empty Then  
    j = j + 1  
  Else  
    Cells(j, 2).Select  
    Selection.Copy  
    Sheets("Historial de Consumo").Select  
    i = 1  
    a = 1  
    j = j + 1  
    While a = 1  
      If Cells(i, 2).Value = Empty Then  
        Cells(i, 2).Select  
        ActiveSheet.Paste  
        Sheets("Orden de Trabajo").Select  
        Range("B2").Select  
        Selection.Copy  
        Sheets("Historial de Consumo").Select  
        Cells(i, 3).Select  
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValuesAndNumberFormats, Operation:= _  
xlNone, SkipBlanks:=False, Transpose:=False  
        Sheets("Orden de Trabajo").Select  
        Range("A1").Select  
        Selection.Copy  
        Sheets("Historial de Consumo").Select  
        Cells(i, 4).Select  
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValuesAndNumberFormats, Operation:= _  
xlNone, SkipBlanks:=False, Transpose:=False  
        a = 2  
        Sheets("Orden de Trabajo").Select  
      Else  
        i = i + 1  
        If i = 150 Then  
          a = 2  
        End If  
      End If  
    Wend  
  End If  
End If  
Wend
```

Código de la herramienta informática (Procesamiento de Ordenes Pendientes)

```
Sub BorrarArchivo()  
Dim ext As String  
ext = ".xlsx"  
nombre = Cells(1, 1).Value  
nombre = nombre & ext  
  
ruta = Range("I4").Value & "\Ordenes de Trabajo\  
ActiveWorkbook.SaveAs Filename:= _  
    ruta & nombre, FileFormat:= _  
    xlOpenXMLWorkbook, CreateBackup:=False  
ruta2 = Range("I4").Value & "\Personal\  
Nombre2 = Cells(5, 2).Value & "\  
ActiveWorkbook.SaveAs Filename:= _  
    ruta2 & Nombre2 & nombre, FileFormat:= _  
    xlOpenXMLWorkbook, CreateBackup:=False  
ruta3 = Range("I4").Value & "\Autos\  
Nombre3 = Cells(4, 2).Value & "\  
ActiveWorkbook.SaveAs Filename:= _  
    ruta3 & Nombre3 & nombre, FileFormat:= _  
    xlOpenXMLWorkbook, CreateBackup:=False  
Dim ArchivoBorrar As String  
  
ArchivoBorrar = "C:\Users\" & "javier" & "\OneDrive - Universidad Politecnica Salesiana\HI Bomberos\Ordenes Pendientes\" & nombre  
'comprobamos que el archivo existe  
Kill (ArchivoBorrar)  
MsgBox ("Se ha registrado la orden de trabajo")  
ActiveWindow.Close  
End Sub
```

Código de la herramienta informática (Generación de ventanas para las interfaces)

```
Private Sub UserForm_Initialize()  
  
Dim Windows64 As Boolean  
'  
'Validamos la versión de Office  
#If VBA7 And Win64 Then  
    Dim lngMyHandle As LongPtr, lngCurrentStyle As LongPtr, lngNewStyle As LongPtr  
#Else  
    Dim lngMyHandle As Long, lngCurrentStyle As Long, lngNewStyle As Long  
#End If  
If Application.Version < 9 Then  
    lngMyHandle = FindWindow("THUNDERXFRAME", Me.Caption)  
Else  
    lngMyHandle = FindWindow("THUNDERDFRAME", Me.Caption)  
End If  
'  
#If VBA7 And Win64 Then  
    lngCurrentStyle = GetWindowLongPtr(lngMyHandle, GWL_STYLE)  
    lngNewStyle = lngCurrentStyle Or WS_MINIMIZEBOX Or WS_MAXIMIZEBOX  
    SetWindowLongPtr lngMyHandle, GWL_STYLE, lngNewStyle  
'  
#Else  
    lngCurrentStyle = GetWindowLong(lngMyHandle, GWL_STYLE)  
    lngNewStyle = lngCurrentStyle Or WS_MINIMIZEBOX Or WS_MAXIMIZEBOX  
    SetWindowLong lngMyHandle, GWL_STYLE, lngNewStyle  
#End If  
'  
#If Win64 Then  
    Windows64 = True  
#Else  
    Windows64 = False  
#End If  
'  
End Sub
```

Referencias bibliogràficas

- Aenor. (2008). Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento. *Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento*. Madrid, España.
- Allali, D. H. (2016). *Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular MEGALOG*. Valencia.
- Almeida, J., & Yanez, H. (2018). *Análisis de la gestión de mantenimiento de las autobombas del cuerpo de bomberos del cantón Shushufindi y su incidencia en la disponibilidad*. Latacunga.
- Bauset, Olmeda, & Martínez. (2011). El mantenimiento de las flotas de transporte.
- Botero, C. (1991). *Mantenimiento preventivo*.
- Byrnes. (2005). Bumper to Bumper. En Byrnes, *Bumper to Bumper* (pág. 487). TX. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=Q3uYg2o_eH4C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false
- Casuy, O. Y. (2014). *Implementación del plan de mantenimiento integral para la flota de vehículos de la empresa BIMBO de Centroamérica, S. A.* Guatemala.
- Cervantez, M. (2017). *Propuesta de plan de mantenimiento para el cuerpo de bomberos del canton Portoviejo*. Quito.
- Cuerpo de Bomberos Municipal de Pasaje. (21 de Agosto de 2021). *Cuerpo de Bomberos Municipal de Pasaje*. Obtenido de <http://bomberospasaje.gob.ec/quienes-somos/>
- Eloya, N. (2016). *Tipos de mantenimientos aplicados al area industrial*. Mexico.

- Fonseca, J. (2016). *Propuesta de plan de mantenimiento de la flota de camiones volquetes y recolectoras de basura Freightliner de la Alcaldía de Managua en el periodo comprendido 2015-2016*. . Managua.
- Garrido, G. (2015). *Conjunto de técnicas u acciones del mantenimiento*. Chile.
- González. (2013). *Gestión y logística del mantenimiento de vehículos*. San Vicente (Alicante): Editorial Club Universitario.
- Hidalgo. (2009). *Propuesta de un modelo de gestión integral de mantenimiento para la flota vehicular del Consejo Provincial de Loja 2009*. Cuenca-Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- López & Guamán. (2015). *Implementación de una gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) para la flota vehicular del GAD Municipal de Catamayo en la provincia de Loja*.
- Manzano, M. (2019). *Plan de mejora en procesos de mantenimiento para flota de vehículos pesados*. . Guayaquil.
- Maps, G. (2021).
- Marco. (2012). *Desarrollo de un software de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) para pymes*.
- Martinez, M. (2019). *Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la eficiencia de la flota vehicular de la Empresa de Transportes M. Catalán SAC. dedicada al transporte de combustibles líquidos*. . Lambayeque.
- Mendoza, M. (2015). *Evaluación técnica de los procesos de mantenimiento vehicular del grupo Berlín con el fin de levantar un manual de procedimientos y planes preventivos que ayuden a identificar las prioritizaciones de mantenimiento en la flota de vehículos de la empresa*. Guayaquil.
- Navarro, & Pastor. (1997). *Gestión integral de mantenimiento*. Barcelona S.A: MARCOMBO.

- Ogaz. (2018). *ANÁLISIS DE CRITICIDAD A GRÚA RUBBER TYRED GANTRY (RTG) EN TERMINAL PACIFICO SUR DE VALPARÍSO.*
- Ortiz, J., & Santader, O. (2021). *Propuesta de plan de manenimiento para los vehiculos y equipos del Benemerito cuerpo de bomberos voluntarios del cantòn el Tambo.* Cuenca.
- Parra, S. (2015). *Propuesta para la implementación de un proceso de mantenimiento sistematizado para equipos y vehículos del cuerpo de bomberos de Latacunga.* . Latacunga.
- Peña, I. (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento de la flota de vehículos asignados a los vendedores que cubren el sector oeste de la zona metropolitana de caracas, pertenecientes a una empresa de alimentos de consumo masivo.* . Venezuela.
- Rodriguez, A. (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para camiones Ford F-550 contra incendio del benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales de Guatemala.* . Guatemala.
- Sacristán. (2001). *Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa.* Madrid: editorial@fundaciónconfemetal.es.
- Sacristán, F. R. (2014). *Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo.* Tecnica Industrial, 1.
- Valbuena, Y. N. (S. F). *Caso de Estudio: Metodología de Cálculo para Determinar la Frecuencia Óptima de Monitoreo de Equipos Eléctricos del Sector Hidrocarburos.* Obtenido de http://educacion.aciem.org/CIMGA/2018/Trabajos/2018-030%20TRA_COL_JYO_CANCHILA_NIETO_FLOREZ_CIGMA2018.pdf
- Vallejo, O. (2018). *Propuesta de plan de mantenimiento asistido para el parque automotor del gobierno autonomo descentralizado de la ciudad de Azogues.* Azogues.
- Zhingre, & Hidalgo. (2018). *Desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento para la flota de vehículos del benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de Cuenca gestionado por ordenador.* Cuenca.

