



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LAS
AUTOBOMBAS DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN
SHUSHUFINDI Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Autor

Henry Efren Yane Carrión

Tutor

Ing. José Gustavo Almeida MSc.

QUITO – ECUADOR

2018

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Director del trabajo de Titulación **“ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LAS AUTOBOMBAS DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN SHUSHUFINDI Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD”**, presentado por Henry Efrén Yane Carrión, para optar por el título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho proyecto de tesis ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

D.M. Quito,..... 2018

.....

José Gustavo Almeida

C.C.: 1711245132

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Henry Efrén Yane Carrión, declaro ser autor del Proyecto de Tesis titulado **“ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LAS AUTOBOMBAS DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN SHUSHUFINDI Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD”**, como requisito para optar al grado de “Ingeniera Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los ocho días del mes de junio de 2018, firmo conforme:

Autor: Henry Efrén Yane Carrión

Firma

Número de Cédula: 1715814578

Dirección: Diego Vaca Oe6-30 y José Miguel Carrión

Correo Electrónico: thierryanez14@hotmail.com

Teléfono: 6014215

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniera Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

D.M. Quito, 2018

.....

Henry Efrén Yane Carrión

C.C.: 171581457-8

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **“ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LAS AUTOBOMBAS DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN SHUSHUFINDI Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 2018

.....

Nombre

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

Nombre

VOCAL

.....

Nombre

VOCAL

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado al ser todo poderoso y mi guía Dios, a mis padres el principal motivo de inspiración, mi hermana por su apoyo incondicional y lucha y a mi familia “*Donde la vida comienza y el amor nunca termina*” A la prestigiosa Universidad Indoamérica y a los ingenieros que se convirtieron en grandes amigos que me inculcaron conocimientos para llegar a ser un gran profesional. Para aquellas personas que siempre estuvieron a mi lado, gracias por brindarme su apoyo y por siempre brindarme una mano. Sin ustedes yo no sería nadie.....

AGRADECIMIENTO

En este texto quiero brindar mi inmenso agradecimiento al Creador todo poderoso Dios, a su hijo Jesucristo, a la madre de todos la Virgen María y a los seres Divinos que me encaminaron por el sendero correcto para ser realidad mis sueños.

Agradecer a la Universidad Indoamérica y a profesores que en su afán por transmitir en todo este periodo los conocimientos pertinentes para llegar a ser un gran profesional.

Para aquellos compañeros de aula quienes compartí miles de momentos, horas de estudio e incontables ocasiones de felicidad y que con el tiempo llegaron a convertirse en sobresalientes amigos.

Un agradecimiento dirigido para mi mentor y tutor de tesis el Ing. Gustavo Almeida MSc. quien me brindo sus conocimientos y me guió para alcanzar mis objetivos.

Y a todos quienes hicieron posible que hoy sea un profesional. Gracias.

Att: Henry Yane Carrión.

ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT.....	xxii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
EL PROBLEMA	4
Tema.....	4
Línea de investigación.....	4
Planteamiento de problema.....	5
Conceptualización	5
Macro	5
Meso.....	7
Micro.....	8
Árbol de problema.....	12
Análisis crítico	13
Prognosis.....	13
Formulación del problema	14
Delimitación del objeto de investigación.....	14
Justificación.....	14
Interrogantes de la investigación.....	16

Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivo Específicos	16
CAPÍTULO II	17
MARCO TEÓRICO.....	17
Antecedentes de investigación	17
Fundamentaciones técnicas.....	20
Fundamentaciones legales.....	23
Categorías fundamentales	26
Constelación de ideas.....	27
Marco conceptual de la variable Independiente.....	29
Marco conceptual de la variable Dependiente	41
Hipótesis.....	50
Señalamiento de variables.....	50
Definición de términos técnicos.....	51
CAPÍTULO III.....	53
METODOLOGÍA	53
Enfoque de la modalidad.....	53
Modalidad básica de la investigación	53
Nivel o tipo de investigación.....	54
Población y Muestra.....	54
Operacionalización de variables	56
Plan de recolección de la información	58
Aplicación de instrumentos de recolección de la información	61
CAPÍTULO IV.....	62
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	62

Autobombas del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi	70
Número de fallos y costos de las autobombas	71
Tipos de Fallas	72
Análisis modal de fallos y efecto A.M.F.E.	74
Diagrama de Pareto: Método ABC	83
Diagrama de Pareto: tipos de fallas.....	85
Diagrama de Pareto de la Autobomba “BRAVO 1”	86
Diagrama de Pareto de la Autobomba “BRAVO 2”	87
Indicadores de Mantenimiento: Disponibilidad	88
Indicador de disponibilidad para la autobomba BRAVO 1	89
Indicador de disponibilidad para la autobomba BRAVO 2	94
Disponibilidad frente emergencias.....	97
Verificación de hipótesis.....	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
Conclusiones	105
Recomendaciones.....	107
CAPÍTULO V	108
PROPUESTA.....	108
Tema:.....	108
Datos informativos	108
Antecedentes de la propuesta	109
Objetivo de la propuesta.....	110
General	110
Específicos	110
Justificación de la Propuesta	110
Técnico.....	110

Económico.....	111
Factibilidad.....	112
Gestión de mantenimiento propuesta	112
Organigrama Estructural	112
Funciones del personal de mantenimiento	117
Codificación de las Autobombas	118
Criticidad de las Autobombas	121
Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento.....	124
Ficha técnica.....	125
Documentos de mantenimiento preventivo.....	128
Procedimiento de inspección de las autobombas	135
Plan de Mantenimiento Preventivo	144
Stock de repuestos.....	188
Programa computarizado de la gestión de mantenimiento	189
Manual de operación de las bombas contra incendios	195
Capacitación.....	211
Beneficios de la Propuesta	212
Previsión de la evaluación.....	213
Beneficio de la propuesta	218
Conclusiones	222
Recomendaciones.....	223
BIBLIOGRAFÍA	224
ANEXOS	230

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: División de las Provincias del Ecuador	6
Tabla 2: Cuerpo de bomberos en Sucumbíos	7
Tabla 3: Unidades de emergencia del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi	55
Tabla 4: Operacionalización de la variable independiente	56
Tabla 5: Operacionalización de la variable dependiente	57
Tabla 6: Plan de Recolección de la Información	58
Tabla 7: Diagrama de Gantt	60
Tabla 8: Autobombas del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi	70
Tabla 9: Fallas y costo de las fallas de las Autobombas	71
Tabla 10: Cuadro de los tipos de Fallas de las Autobombas	72
Tabla 11: Fallas de la autobomba BRAVO 1	73
Tabla 12: Fallas de la autobomba BRAVO 2	74
Tabla 13: Clasificación de la gravedad del modo fallo	76
Tabla 14: Clasificación de la frecuencia de ocurrencia del modo de fallo	77
Tabla 15: Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo	78
Tabla 16: Análisis modal de fallos y efecto actual.	80
Tabla 17: Diagrama de Pareto: Curva ABC	83
Tabla 18: Tabla de costos acumulados y fallos acumulados de la Autobomba BRAVO 1	86
Tabla 19: Tabla de costos acumulados y fallos acumulados de la Autobomba BRAVO 2	87
Tabla 20: Indicador de Disponibilidad de la Autobomba BRAVO 1	92
Tabla 21: Indicador de Disponibilidad de la Autobomba BRAVO 2	96

Tabla 22: Disponibilidad de las dos autobombas y número de emergencias	98
Tabla 23: Datos de las variables independiente y dependiente para la Verificación de hipótesis.....	100
Tabla 24: Descripción del macro proceso: proceso estratégico	114
Tabla 25: Descripción del macro proceso: proceso operativo	114
Tabla 26: descripción del macro proceso: proceso de soporte.....	115
Tabla 27: Propuesta de las funciones del encargado de mantenimiento.....	117
Tabla 28: Codificación de las autobombas	119
Tabla 29: Codificación de las bombas centrífugas de las autobombas.....	120
Tabla 30: Modelo de análisis de criticidad	121
Tabla 31: Criticidad de las autobombas.....	122
Tabla 32: Programa de mantenimiento preventivo de las Autobombas	150
Tabla 33: Plan de mantenimiento preventivo de las bombas contra incendios .	182
Tabla 34: Plan de capacitación de la propuesta	211
Tabla 35: Cálculo del sueldo de la mano de obra	214
Tabla 36: Costo de realizar el estudio de la propuesta.....	214
Tabla 37: Materiales para el desarrollo de la propuesta.....	214
Tabla 38: Precio del stock de repuestos	215
Tabla 39: Costos del stock de repuestos de la propuesta	216
Tabla 40: Capacitación de la propuesta en la institución.....	217
Tabla 41: Precios de las herramientas mecánicas	217
Tabla 42: Costos de inversión inicial de la propuesta.....	218
Tabla 43: Beneficio económico de la propuesta	219
Tabla 44: Análisis del presupuesto anual y la propuesta	220

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura Organizacional	9
Figura 2: Emergencias 2016 del cantón Shushufindi	10
Figura 3: Descripción del Árbol de problemas	12
Figura 4: Categoría Fundamental	26
Figura 5: Constelación de Ideas: Variable Independiente.	27
Figura 6: Constelación de Ideas: Variable Dependiente.....	28
Figura 7: Disponibilidad en función del tiempo	44
Figura 8: Estructura Orgánica del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi.....	62
Figura 9: Instalaciones del Cuerpo de Bomberos Shushufindi.....	63
Figura 10: Contenedor para almacenamiento de varios repuestos	64
Figura 11: Ingreso al contenedor para almacenamiento de varios repuestos	64
Figura 12: Bodega del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi.....	65
Figura 13: Accesorios y repuestos del Sistema Contra Incendios	65
Figura 14: Registro del Parque Automotor del Cuerpo de Bomberos	67
Figura 15: Matriz completa realizada durante el estudio.....	68
Figura 16: Orden de Trabajo.....	69
Figura 17: Números de Fallas de las 2 Autobombas	71
Figura 18: Curva Típica ABC de las Autobombas del Cuerpo de Bomberos	84
Figura 19: Gráfica de Pareto de la Autobomba BRAVO 1	86
Figura 20: Gráfica de Pareto de la Autobomba BRAVO 2	88
Figura 21: Tendencia de la Disponibilidad de la Autobomba BRAVO 1	93
Figura 22: Tendencia de la Disponibilidad de la Autobomba BRAVO 2	97

Figura 23: Tendencia de la disponibilidad de las autobombas frente al número de emergencias atendidas.....	98
Figura 24: Regresión Lineal por Mínimos cuadrados	104
Figura 25: Ubicación Geográfica del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi.....	108
Figura 26: Propuesta del modelo del macro proceso del cuerpo de bomberos de Shushufindi	113
Figura 27: Propuesta del organigrama funcional del cuerpo de bomberos de Shushufindi	116
Figura 28: Estructura de codificación de equipos.....	119
Figura 29: Estructura codificación de los elementos de equipos.....	119
Figura 30: Códigos de elementos de la sección FAMILIA	120
Figura 31: Selección del modelo de mantenimiento.....	122
Figura 32: Modelo Programado.....	123
Figura 33: Diagrama de flujo del modelo de mantenimiento	123
Figura 34: Diagrama de flujo propuesto para el mantenimiento preventivo	124
Figura 35: Ficha técnica del vehículo 11 AB 01	125
Figura 36: Ficha Técnica de la autobomba 11 AB 02	126
Figura 37: Ficha técnica de la bomba Rosenbauer 11 AB01 B1	127
Figura 38: Ficha técnica de la bomba Morita 11 AB02 B2.....	128
Figura 39: Formato propuesto del orden de trabajo.....	129
Figura 40: Formato propuesto del acta de entrega y recepción de vehículo.....	130
Figura 41: Formato propuesto del acta de entrega y recepción de repuestos	131
Figura 42: Formato propuesto del historial de mantenimiento.....	133
Figura 43: Formato propuesto del informe de averías	134

Figura 44: Método del Círculo para la inspección de la autobomba	135
Figura 45: Puertas laterales de los compartimientos	138
Figura 46: Orden de los accesorios de los compartimientos.....	138
Figura 47: Posición de las escaleras	139
Figura 48: Carrete de manguera.....	139
Figura 49: Tanques de CO2 y tanque PQS	140
Figura 50: Extintores y conos reflectivo.....	140
Figura 51: Adhesivos reflectantes de emergencia	141
Figura 52: Mirilla del tanque de agua.....	141
Figura 53: Rango de juego del volante	143
Figura 54: Recorrido diario para las autobombas	146
Figura 55: Plan de mantenimiento anual de las autobombas.....	148
Figura 56: Recipiente para el aceite usado	151
Figura 57: tapón del cárter	152
Figura 58: Filtro de aceite del motor	152
Figura 59: Tapón de llenado de aceite	153
Figura 60: Bayoneta del motor	153
Figura 61: Filtro de aire para motores a diésel.	154
Figura 62: Filtro de combustible.....	155
Figura 63: Caja de cambios	155
Figura 64: Cajetín hidráulico	157
Figura 65: Ratchet del freno	158
Figura 66: Pulmón de aire de las ruedas posteriores	159
Figura 67: Pulmón de aire de las ruedas delanteras.....	159

Figura 68: Partes del freno de tambor de la autobomba	160
Figura 69: Limpieza de la parte interna del tambor de freno.....	160
Figura 70: Émbolo del actuador del embrague	161
Figura 71: Cortes radiales del disco de embrague	162
Figura 72: Disco de embrague en buen estado	162
Figura 73: Disco de embrague desgastado	163
Figura 74: Kit de embrague	163
Figura 75: Tapa válvulas del motor	164
Figura 76: Galgas para espesores.....	164
Figura 77: Reservorio de líquido refrigerante de la autobomba BRAVO 1	165
Figura 78: Reservorio de líquido refrigerante de la autobomba BRAVO 2	165
Figura 79: Cilindro auxiliar del embrague.....	166
Figura 80: Tablero de instrumentación de la cabina.....	167
Figura 81: Cruceta de la autobomba BRAVO 1	168
Figura 82: Bandas y tensores del motor	168
Figura 83: Amortiguador de la autobomba.....	169
Figura 84: Rotulas de la autobomba	170
Figura 85: Tanque de combustible.....	171
Figura 86: Tapones de los vasos de agua destilada de la batería	172
Figura 87: Terminales positivo y negativo de la batería.....	173
Figura 88: Limpieza de las conexiones de la batería.	173
Figura 89: Medición de voltaje de la batería antes de encender el motor	174
Figura 90: Medición de voltaje de la batería después de encender el motor	175
Figura 91: Partes del faro del vehículo	176

Figura 92: Escobillas del motor de arranque	176
Figura 93: Motor de arranque	177
Figura 94: Recorrido diario para las bombas contra incendios	179
Figura 95: Inspecciones mensuales de las bombas contra incendios.....	180
Figura 96: Recorrido anual de las bombas contraincendios	181
Figura 97: Caja de aceite de la bomba contra incendios.....	183
Figura 98: Recipiente para el aceite.....	183
Figura 99: Caja de engranaje, tapón de llenado de aceite.....	183
Figura 100: Tapón de llenado de aceite de la bomba	184
Figura 101: Varilla indicadora del nivel de aceite	184
Figura 102: Tapa del tanque de agua de la autobomba.....	185
Figura 103: Tanque de agua de 4000Lt	185
Figura 104: Capacidad del tanque de espuma	186
Figura 105: Manhole.....	186
Figura 106: Pantalla de " Login" para ingresar al programa informático.....	190
Figura 107: Pantalla inicial del programa informático	191
Figura 108: Pantalla de AUTOBOMBAS del programa informático	192
Figura 109: Pantalla de la Ficha Técnica de las autobombas	192
Figura 110: Pantalla de Mantenimiento preventivo de las autobombas y bombas contra incendios	193
Figura 111: Pantalla de las actividades de mantenimiento	193
Figura 112: Pantalla de Documentos de la gestión de mantenimiento.....	194
Figura 113: Pantalla de Manual de Operación de las bombas contra incendios	194
Figura 114: Pantalla del Manual de operación de la bomba contra incendios: .	195

Figura 115: Partes de la bomba Rosenbauer NH 20.....	196
Figura 116: Válvulas de la bomba Rosenbauer	197
Figura 117: Válvula selectora baja o presión combinada.	198
Figura 118: Manómetros de la bomba Rosenbauer	199
Figura 119: Sistema de espuma de la bomba Rosenbauer.....	203
Figura 120: Testigos luminosos de la bomba	204
Figura 121: Panel 1 de mandos y manómetros de la bomba Morita.....	204
Figura 122: Panel 2 de mandos y manómetros de la bomba Morita.....	205
Figura 123: Partes del sistema polvo químico seco de la bomba Morita	209

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Formato de revisiones anuales para los camiones contra incendios ...	230
Anexo 2: Formulario de AMFE.....	231
Anexo 3: Formato de revisiones diarias de los camiones contra incendios	232
Anexo 4: Mantenimiento para las bombas contra incendios según NFPA 25 ...	233
Anexo 5: Procedimientos de inspección de vehículos contra incendios.	234
Anexo 6: Salarios Mínimos Sectoriales 2018.....	235
Anexo 7: Historial completo de autobomba 11 AB 01	236
Anexo 8: Stock de repuesto anuales	238
Anexo 9: Otros repuestos del plan de mantenimiento.	239
Anexo 10: Formato para orden de compras de repuestos.....	240

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA: ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LAS
AUTOBOMBAS DEL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN
SHUSHUFINDI Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD**

AUTOR: Henry Efrén Yane Carrión

TUTOR: Jose Gustavo Almeida

RESUMEN

El presente trabajo investigativo fue realizado en la entidad pública del cuerpo de bomberos del cantón Shushufindi, una institución que vela por la seguridad y la integridad de la población mediante la provisión a tiempo de un servicio de calidad y eficiente para combatir las emergencias, incendios y cualquier acción que atente la vida de la comunidad. Para llegar a ser una institución ejemplar se llevó a cabo un análisis de la gestión de mantenimiento de las autobombas que ostentan, para conocer los actuales indicadores de disponibilidad. Por cuanto al mantenimiento que ordinariamente posee el cuerpo de bomberos, se evidenció una falencia en los procesos actuales para gestionar los mantenimientos, mala operación del operador y la disponibilidad de los vehículos. Debido al mismo se llegó a la conclusión que al realizar los trabajos de manera empírica sin ningún procedimiento y sin los formatos necesarios esto repercutía en los tiempos de para de las autobombas, dejando a la comunidad desamparada frente a las emergencias. A partir de los resultados que arrojó el análisis actual, se efectúa la propuesta metodológica que trata de la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para las autobombas de la institución. El mismo que contiene toda la documentación y formatos de la gestión de mantenimiento, la planificación de las actividades de mantenimiento para las autobombas y las bombas contra incendios basados en el manual del fabricante y en la norma internacional NFPA para perfeccionar los procedimientos de gestión de mantenimientos exclusivo para los camiones de los bomberos. Además, se creó un programa informático que facilita a ejecutar las actividades programadas, modificar cualquier tarea y mejorar la comunicación con los departamentos involucrados. Con esta propuesta se aspira mantener indicadores elevados de disponibilidad.

Descriptor: Gestión de mantenimiento, preventivo, disponibilidad, NFPA, planificación, programa informático, manual de operación, procedimiento.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

THEME: ANALYSIS OF THE MANAGEMENT OF MAINTENANCE OF THE AUTOBOMBAS OF THE FIRE BRIGADE OF CANTON SHUSHUFINDI AND ITS INCIDENCE IN THE AVAILABILITY

AUTHOR: Henry Efrén Yane Carrión

TUTOR: Jose Gustavo Almeida

ABSTRACT

The current research was made in the public entity of the fire department of the canton Shushufindi, an institution that watches over the safety and integrity of the population through the suitable provision of a quality and efficient service to combat emergencies, fires and any action that threatens the life of the community. In order to become an exemplary institution, an analysis was prepared of the maintenance management of the pumpers that they hold, in order to know the current availability indicators. Therefore, the maintenance ordinarily held by the fire department, there was evidence of a failure in current processes to manage maintenance, poor operator operation and the availability of vehicles. Due to the same, it is concluded that when carrying out the works of empirical way without any procedure and without the necessary formats this affected in the times of stop of the pumpers, leaving to the helpless community in front of the emergencies. Based on the results of the current analysis, a methodological proposal is made that deals with the preparation of a preventive maintenance plan for the pumper trucks of the institution. The same that contains all the documentation and formats of the management of maintenance, the planning of the maintenance activities for the pumpers and the fire pumps based on the manual of the manufacturer and in the international standard NFPA to improve the maintenance management procedures exclusive for fire trucks. In addition, a computer program was created that facilitates executing the programmed activities, modifying any task and improving communication with the involved departments. This proposal aims to maintain high availability indicators.

Descriptors: Maintenance management, preventive, availability, NFPA, planning, computer program, operation manual, procedure.

INTRODUCCIÓN

El Cuerpo de Bomberos del cantón Shushufindi tiene a su disposición dos autobombas contra incendios, empleadas para brindar un servicio oportuno y eficaz a la comunidad combatiendo las eventualidades que diariamente se presenta. Al carecer de un proceso definido para gestionar eficientemente las actividades de mantenimiento cuyo resultado se ha visto reflejado en los indicadores de disponibilidad, llegando a obtener en algunos meses valores muy bajos al considerarlo como vehículos de primera respuesta.

Conservar los vehículos de emergencia representa un gasto inferior de aquellos que no son mantenidos correctamente y a tiempo dependiendo de la utilidad que cada uno tiene. Además, al ser autobombas contra incendios su disponibilidad debe alcanzar valores aproximados al 100% durante todos los días del año de manera ininterrumpida para salvaguardar la integridad de la población.

Actualmente la institución no cuenta con un personal de mantenimiento encargado de gestionar, planificar y controlar las tareas programadas, con ello, también no sostienen la documentación y formatos necesarios para realizar un detallado informe de una avería o reparación, personal con poco conocimiento del correcto funcionamiento de las bombas contra incendios y no presentan una planificación de las autobombas, por estos motivos las horas de para se han visto en aumento y las averías han sido repetitivas.

Por tal razón se ha realizado el presente trabajo investigativo empleando técnicas de ingeniería industrial obtenidas durante la formación como estudiante de la universidad Tecnológica Indoamérica, para impulsar a la institución bomberil a brindar un servicio de calidad en base a una gestión de mantenimiento adecuada para las actividades que desempeñan.

En el capítulo I de este proyecto de titulación, se presenta la descripción del tema que proporcionó los cimientos adecuados para desarrollar el planteamiento del problema y con ello un análisis crítico del mismo que se evidenciaron en la institución mediante la realización del árbol de problemas, así como la especificación de los objetivos de este proyecto.

En el capítulo II denominado Marco Teórico se tiene la fundamentación técnica legal a nivel internacional como son la NFPA 1911 que se utilizaron para elaborar los procedimientos que demandó la investigación. Además, se describió un breve párrafo de los estudios similares a este tema de investigaciones anteriormente realizados, la construcción de las gráficas de inclusión de cada variable del tema propuesto junto a la constelación de ideas que sirvieron para el desarrollo del marco teórico enfocado a la gestión de mantenimiento basado en referencias bibliográficas de grandes autores como Santiago Garrido. Por último, cuenta con la elaboración de la hipótesis de la investigación.

En el capítulo III posee la metodología cuantitativa que la investigación demandaba, con ello el análisis de la muestra de la población bajo estudio, como también la operacionalización de la variable independiente y dependiente desglosado del tema de estudio y los planes de recolección de datos empleando herramientas ingenieriles como el diagrama de Gantt, así como los instrumentos que el proyecto exigió para obtener los datos e información necesarios.

En el capítulo IV se presentará el análisis de los resultados derivados de los datos tratados mediante las fórmulas matemáticas para calcular el MTBF y MTTR y conocer el porcentaje del indicador de disponibilidad que cada autobomba obtuvo por medio de los tiempos paro de cada camión de bomberos y el reglamento que estipula una disponibilidad de tiempo completo durante todo el año. Después de la demostración de la hipótesis se redactó las respectivas conclusiones y recomendaciones que el trabajo investigativo generó.

En el capítulo V se presenta la propuesta, primero se realiza una breve descripción de los datos informativos de la institución del cuerpo de bomberos de Shushufindi, seguida de los precedentes que resulto del estudio del capítulo IV. Se exponen los objetivos del plan de mantenimiento y se realiza el desarrollo de la propuesta que contiene un modelo del organigrama estructural de la institución, las funciones del personal a cargo de gestionar las tareas de mantenimiento, los documentos y formatos necesarios contemplados en el plan y los procedimientos de inspección rutinarios que el personal debe seguir.

Junto con ello se evidencian los planes de mantenimiento preventivo de las autobombas, continuado de un GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador), creado por el autor y los manuales de operación de cada bomba contra incendios. Finalmente se redacta las conclusiones y recomendaciones que la propuesta ha producido para el empleo del plan de mantenimiento preventivo en la institución.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Tema

Análisis de la gestión de mantenimiento de las autobombas del cuerpo de bomberos del Cantón Shushufindi y su incidencia en la disponibilidad.

Línea de investigación

Empresarialidad y Productividad.

Según la Universidad Tecnológica Indoamérica, establece la siguiente línea de investigación para este proyecto de titulación:

Esta línea de investigación se orienta por un lado al estudio de la capacidad de emprendimiento o empresarialidad de la región, así como su entorno jurídico-empresarial; es decir, de repotenciación y/o creación de nuevos negocios o industrias que ingresan al mercado con un componente de innovación. Por otro lado, el estudio de las empresas existentes en un mercado, en una región, se enmarcará en la productividad de este tipo de empresas, los factores que condicionan su productividad, la gestión de la calidad de las mismas, y que estas empresas crezcan y sobrevivan en los mercados. En este ámbito es de interés estudiar aspectos como exportaciones, diversificación de la producción y afines. (Universidad Tecnológica Indoamérica, 2017).

El tema planteado se enmarca en la línea de investigación citada en el párrafo anterior para detallar que el Cuerpo de Bomberos tiene el propósito preservar el bienestar de los habitantes del Cantón Shushufindi brindando un servicio de calidad oportuno, gracias a la aplicación de nuevos sistemas integrados de gestión en la entidad pública garantizando que el servicio solicitado sea el esperado y manteniéndose en continua evolución de mejoramiento y perfeccionamiento para la sociedad.

Planteamiento de problema

Conceptualización

Macro

Según el CUERPO DE BOMBEROS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (Cuerpo de Bomberos Distrito Metropolitano de Quito, 2017), el servicio de lucha contra las emergencias, incendios y accidentes nace en el Ecuador en 1936, con la creación del primer cuerpo de bomberos en Quito, después de este acontecimiento se desencadena varios centros bomberiles en todo el país.

En aquella época con la ayuda del presidente de la República del Ecuador, el Dr. Carlos Arroyo del Río y bajo el apoyo del Congreso Nacional, se estipuló varios impuestos para que el programa de los bomberos del Ecuador disponga de todos los equipos necesarios para combatir las emergencias.

El Cuerpo de bomberos del Ecuador es una institución pública encargada de brindar el servicio de lucha contra diferentes situaciones donde la sociedad se enfrente a eventualidades que ponga en riesgo su integridad respetando la Ley de Defensa Contra Incendios y sus reglamentos.

En la actualidad, como menciona (Ochoa, 2001), en su trabajo de titulación, en el Ecuador existe alrededor de 214 cuerpos de bomberos repartidos en las 22 provincias que en aquel entonces existía. Las provincias se dividen en 3 zonas como se ilustra en la Tabla 1.

Tabla 1: División de las Provincias del Ecuador

Zona 1	Origen en Quito conformado por: Carchi, Imbabura, Cotopaxi, Pichincha, Sucumbíos Orellana, Esmeraldas, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Pastaza y Napo.
Zona 2	Origen en Guayaquil conformado por: Guayas, El Oro, Los Ríos y Galápagos.
Zona 3	Origen en Cuenca compuesta por: Cañar, Loja, Zamora Chinchipe, Azuay y Morona Santiago.

Fuente: (Ochoa, 2001)

Elaborado por: El Investigador

Gran parte del parque automotor de las instituciones que conforman el cuerpo de bomberos a nivel nacional se encuentran en un proceso evolutivo en cuanto a mantenimiento se refiere. La evolución hace hincapié en reducir el mantenimiento correctivo a través de la planificación de las actividades de conservación de los equipos y unidades (autobombas), como es el caso del Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas.

Según el Periódico El Telégrafo (2016), en la provincia Esmeraldas, la empresa pública EP Petroecuador financió la repotenciación de las dos autobombas de marca Mercedes Benz del Cuerpo de Bomberos de Esmeraldas por falta de un mantenimiento preventivo que le permita tener a disposición los vehículos ante futuras eventualidades, debido a que esta zona se encuentra con 12 amenazas de las 13 a nivel mundial.

Los vehículos de emergencia de algunas instituciones bomberiles a nivel nacional utilizados para el resguardo de la población poseen un plan de mantenimiento efectivo que le permita mantener la flota disponible las 24 horas durando todo el año.

Según la Contraloría General del Estado (2013), el Cuerpo de Bomberos de la capital del Ecuador, en el periodo 2010-2011, contaba con un parque automotor de 730405 y para el año 2012 hubo una disminución, hasta llegar a un total de 530405 vehículos, esto debido al envejecimiento de las unidades.

Afortunadamente el cuerpo de Bomberos de Quito posee un tipo de mantenimiento preventivo, en el cual consta de un software denominado “Movimiento Kárdex valorado de la mecánica” que le permite chequear los accesorios y lubricantes de la flota vehicular. Este software también cuenta con hojas electrónicas donde le permite llevar el control de todas las reparaciones y mantenimientos de los vehículos de la institución bomberil, sin embargo, ha presentado múltiples falencias. (Contraloría General del Estado, 2013, pág. 7).

Llevar a cabo un plan de mantenimiento efectivo en las instituciones públicas como es el caso de los bomberos generará la disminución de grandes problemas de disponibilidad de los vehículos de rescate, permitiendo brindar un servicio oportuno y de calidad a la sociedad, en donde se evite que las autobombas presenten daños imprevistos.

Meso

La provincia de Sucumbíos está conformada por 7 cantones los mismo que tiene a disposición los servicios del Cuerpo de Bomberos para salvaguardar la integridad de la comunidad. En la Tabla 2, se presenta las diferentes instituciones bomberiles de Sucumbíos según el Ministerio de Economía y Finanzas (2014).

Tabla 2: Cuerpo de bomberos en Sucumbíos

Cantones	Instituciones de Cuerpo de Bomberos
Cascales	1
Cuyabeno	1
Gonzalo Pizarro	1
Lago Agrio	1
Putumayo	1
Shushufindi	1
Sucumbíos	1
TOTAL:	7

Fuente: (Ministerio de Economía y Finanzas 2014)

Elaborado por: El Investigador

Pocas empresas localizadas en Sucumbíos se dedican a proporcionar un mantenimiento correctivo y preventivo de las autobombas del cuerpo de bomberos,

lo que genera que la entidad pública carezca de un plan de gestión de mantenimiento oportuno y a tiempo.

La complejidad de las bombas que posee el Cuerpo de Bomberos de la provincia de Sucumbíos ha generado que la flota de vehículos quede imposibilitada para combatir las emergencias.

Según José Sotomayor, Mecánico Automotriz responsable de realizar los mantenimientos automotrices de la institución bomberil menciona que, “En el Cantón Lago Agrio, el servicio para enfrentar las emergencias, carece de un plan de mantenimiento que permite mantener su parque automotor disponible para cualquier eventualidad que se presente en la sociedad.” Agrega que en su taller tuvo bajo reparación durante un largo tiempo una autobomba debido a la falta de planificación de los mantenimientos.

La reparación de las autobombas del Cuerpo de Bomberos demanda de un gran conocimiento de la funcionalidad, datos técnicos del fabricante y conocer los posibles problemas que puedan presentarse a futuro, para de esta manera evitar que los activos queden fuera de servicio.

Micro

El GAD MUNICIPAL resalta que:

El Cuerpo de Bomberos de Shushufindi es una entidad del derecho público, adscrito al GAD Municipal del Cantón Shushufindi, mediante la ordenanza que regula la gestión de los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios en el cantón, publicada en el registro oficial año III-N 580, 19 de mayo del 2016. (Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, 2017)

Actualmente el cuerpo de Bomberos posee una flota de dos autobombas, un tanquero de agua y dos vehículos todo terreno disponibles para solventar emergencias que se desarrollan en la zona (50456 habitantes).

Según el GAD Municipal de Shushufindi (Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, 2017), la institución se encuentra estructurada como se indica en la Figura 1.

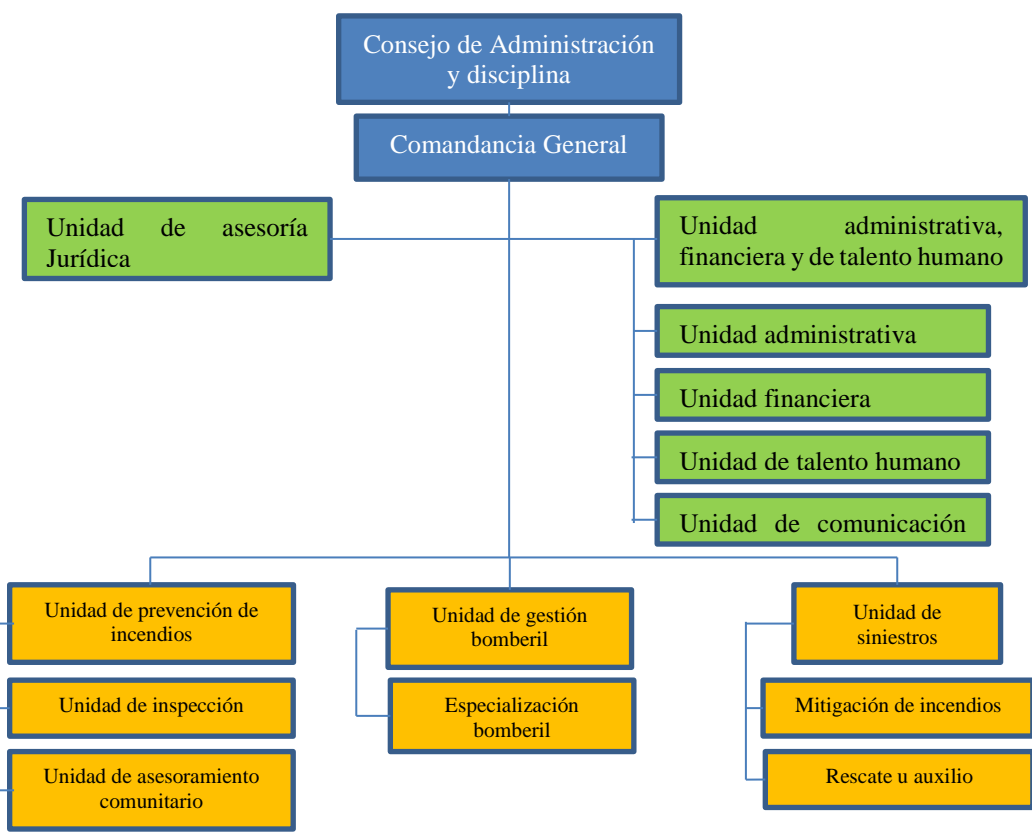


Figura 1: Estructura Organizacional

Fuente: (Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, 2017)

Elaborado por: El Investigador

El cuerpo de Bomberos de la Shushufindi, tiene al servicio dos autobombas parte del sistema contra incendios, los mismos que presentan algunos inconvenientes mecánicos que afecta su operación, entre ellos están: daños de la bomba, desgastes de algunos componentes internos, accesorios, sellos, los mismos que causan contaminación del lubricante de la bomba, daños mecánicos. Estas fallas suceden por la falta planificación de las actividades de mantenimiento, lo que genera que el vehículo se encuentre imposibilitada para su uso y para la asistencia a las emergencias que se presentan.

Como menciona el Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, en el 2016 se han registrado un total de 251 emergencias en el cantón y sus alrededores, tal como se aprecia en la Figura 2, por tal motivo resulta vital importancia implementar un plan de mantenimiento en las unidades de emergencia para satisfacer la gran demanda

de emergencias que se presentan, y de esta forma preservar la integridad de la sociedad.

La segunda emergencia más importante que se da en el cantón Shushufindi, es la generada por los incendios señalada en la Figura 2, los mismos que son causados por varias eventualidades y donde el único sustento de la sociedad son las 3 autobombas. Por tal motivo, es de vital importancia realizar las actividades de mantenimiento automotriz sobre los vehículos del Cuerpo de Bomberos.

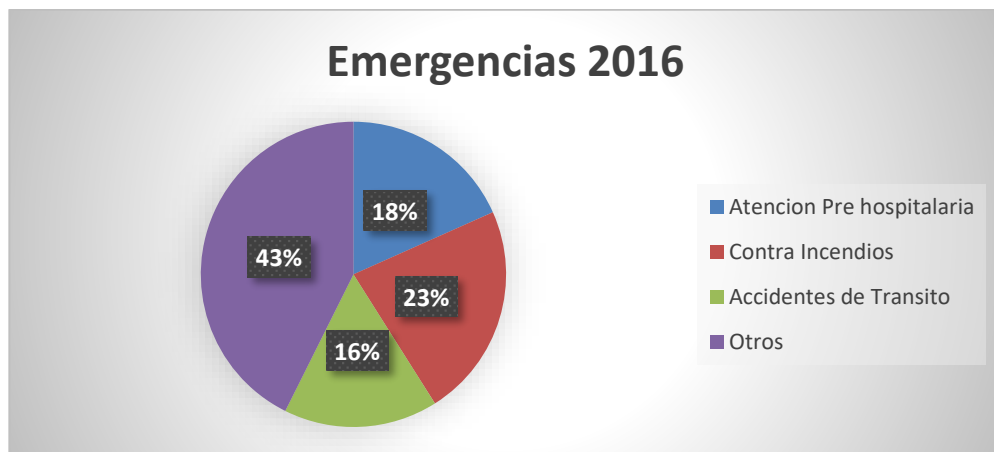


Figura 2: Emergencias 2016 del cantón Shushufindi

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

Elaborado por: El investigador

La entidad pública se encuentra en una situación donde el parque automotor del sistema contra incendios debe estar en óptimas condiciones, cuando esto se lo requiera.

En ocasiones, al presentarse alguna emergencia, donde se solicite de las autobombas, el Comandante del Cuerpo de Bomberos se ha encontrado con la novedad que una de ellas está fuera de servicio por alguna falla, avería mecánica del vehículo o daño de la bomba, por lo que en estos casos se tiene a disposición una sola autobomba para actuar en una emergencia.

Cuando se presenta estos problemas, la entidad pública solicita una proforma del servicio de mantenimiento a las empresas dedicadas a brindar dicho servicio, al obtener la proforma la encargada del manejo de compras públicas del cuerpo de los

bomberos es la persona responsable de analizar la propuesta y autorizar la ejecución del trabajo, según menciona el Cuerpo de Bombero de Shushufindi.

La implementación de un plan de sistema de gestión de mantenimiento preventivo podrá reducir estos inconvenientes, ayudará a solventar las emergencia y con ello alargar la vida del parque automotor.

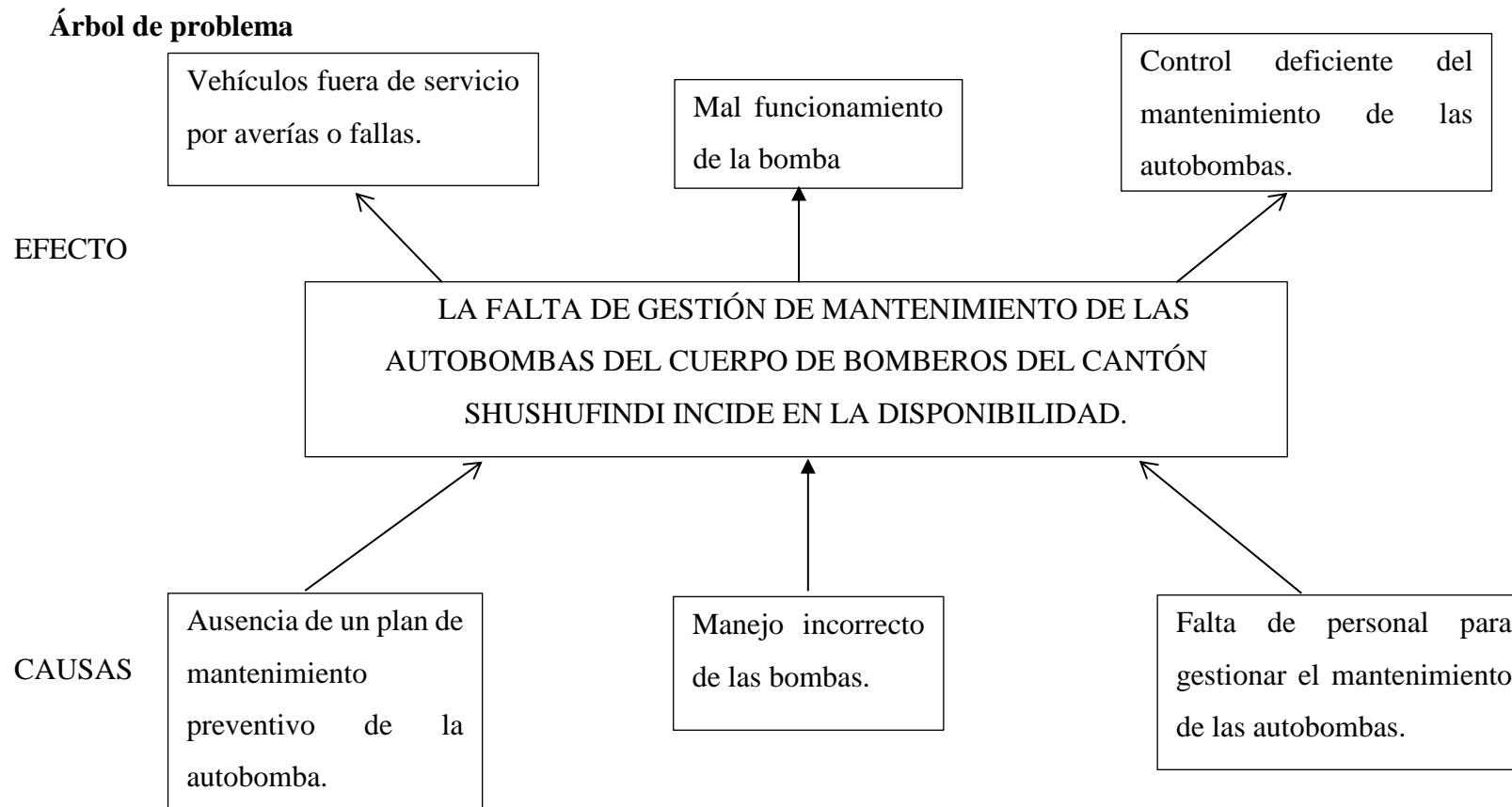


Figura 3: Descripción del Árbol de problemas

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Análisis crítico

La inexistencia de un plan de mantenimiento en las autobombas genera la falta de disponibilidad de las unidades bomberiles. La constante presencia de fallas en los vehículos contra incendios indica la mala interpretación de las indicaciones del manual del fabricante, quien estipula las correcciones que se deben ejecutar, así como también los tiempos definidos dependiendo de las horas de uso o del kilometraje definido. Esto es una clara característica de la falta de mantenimiento que se requiere. Como resultado se presenta la disminución de la vida útil de los vehículos de emergencia en general, las bombas y sus accesorios, y con ello minimiza su desempeño durante su operación.

Adicionalmente, otro inconveniente a considerar es la mala manipulación de las bombas por parte de los operarios, la rotación del personal del cuerpo de bomberos y la carencia de conocimiento. Cuando la bomba está trabajando, los operarios, se olvidan abrir la válvula de descarga de agua lo que genera un recalentamiento y rotura de los sellos mecánicos debido a las elevadas presiones que se genera en el interior de la bomba. Además, la falta de capacitación a los operarios produce la disminución de la vida útil de los componentes.

El personal bomberil del cuerpo de bomberos padece de un reducido número de bomberos para gestionar las diferentes áreas de la institución, en el que se ve afectada el departamento de mantenimiento. Muchas de las averías y desgastes que se han percibido en los mantenimientos correctivos son debido a pequeñas fallas que no son detectadas a tiempo y que pudieron ser corregidas en ese instante, por esta causa se evidencia un control e inspección deficiente de las autobombas.

Prognosis

El estado óptimo de las autobombas es crucial para aprovechar al máximo su funcionalidad. Las fallas que se presentan periódicamente afectan al rendimiento de los componentes lo que repercute en la disponibilidad de la flota frente a emergencias. Al no presentarse un plan de gestión de mantenimiento de las autobombas, la institución del cuerpo de bomberos, se evidenciará el ausentismo completo de las unidades de emergencia.

Además, si persiste la mala operación de los componentes se mantendrá el desgaste prematuro de los componentes internos y de los sellos de la bomba, causando incluso la rotura de la carcasa, válvulas y tuberías por las elevadas presiones que se generan.

La falta de un control periódico de las autobombas generará que su disponibilidad se vea afectada y la posibilidad de que las fallas no sean detectadas a tiempo llevará al deterioro prematuro llegando a efectuar un paro total del equipo, realizarle una corrección y posterior reemplazo de las partes afectadas. Sin la presencia de un personal que gestione, controle los mantenimientos y realice la documentación necesaria no garantizará que los vehículos se encuentren completamente listos para combatir las emergencias

Formulación del problema

¿La falta de gestión de mantenimiento de las autobombas del cuerpo de bomberos del cantón Shushufindi incide en la disponibilidad?

Delimitación del objeto de investigación

Campo	Ingeniería Industrial
Área	Gestión del Mantenimiento.
Aspecto	Variable independiente: Gestión del mantenimiento de las autobombas. Variable dependiente: Disponibilidad.
Delimitación espacial	Cuerpo de Bomberos de GAD del cantón Shushufindi.
Delimitación temporal	Enero 2016 – Abril 2017

Justificación

La importancia del desarrollo de esta investigación para el Cuerpo de Bomberos del cantón Shushufindi, es conocer la realidad actual de las actividades de mantenimiento de los vehículos contra incendios, aplicando los conocimientos teóricos y técnicos adquiridos en la carrera de ingeniería industrial. Esto, además, mejorará la vida útil de las autobombas y permitirá la intervención oportuna de estos en eventualidades que se presenten en la comunidad con el fin de que puedan

realizar sus actividades de manera eficiente y asegurando la disponibilidad de los vehículos de emergencia.

Este estudio beneficiará a la institución de Cuerpo de Bomberos y a la comunidad del cantón Shushufindi ya que implementará acciones de mejora en las autobombas mediante el estudio y desarrollo de un plan de sistema de gestión de mantenimiento óptimo para mantener la flota disponible al presentarse cualquier emergencia. Además, beneficiará a los estudiantes de Ingeniería Industrial que tienen un gran interés en mejorar y aplicar sistemas integrados de gestión en proyecto que sean factibles de ejecutar.

Según la misión el Cuerpo de Bomberos de Shushufindi (Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, 2017), señala “Salvar vidas y proteger bienes a través de la prevención, gestión de riesgos y la atención efectiva de emergencias, satisfaciendo las necesidades de nuestra comunidad”.

La planificación de las actividades de mantenimiento podrá evitar las paradas imprevistas de las unidades contra incendios solventando las emergencias que se presenten en la comunidad con autobombas disponibles donde todos los componentes del que se conforma estén bien mantenidos.

Según la visión el Cuerpo de Bomberos de Shushufindi (Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, 2017), señala “En tres años ser un modelo de gestión en prevención y atención de emergencias a nivel provincial.”

Esta investigación ayudará al Cuerpo de Bomberos alcanzar sus objetivos con autobombas preparadas para prevenir las dificultades que diariamente se generan en la población que están expuesto a padecer de grandes emergencias de distinta índole que puedan ocasionar desgracias fatales. Implementar un plan de mantenimiento eficaz hará que los activos estén en correcto funcionamiento y así permita controlar las emergencias llegando a ser un ejemplo a nivel nacional.

El estudio es factible porque se cuenta con los recursos necesarios, conocimientos técnicos, material bibliográfico, la colaboración del cuerpo de bomberos, etc., para llevar a cabo una investigación apta que pueda ser aplicada en el Cuerpo de Bomberos del Cantón Shushufindi.

La trascendencia de esta tesis podrá ser considerada como una herramienta de estudio para futuros proyectos relacionados con la misma temática, además de proporcionar nuevas técnicas y planes de gestión de mantenimiento que mejore la disponibilidad de las autobombas, incluyendo las bombas y con el objetivo de perseguir el aumento de la vida útil

La originalidad de la presente tesis contempla la inexistencia de una investigación técnica referente a la gestión de mantenimiento de las autobombas del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, por lo que se ha llevado a cabo por primera vez un análisis de la situación real del sistema existentes para combatir las emergencias de la comunidad Shushufindi.

Interrogantes de la investigación

- ¿Existen inconvenientes en la actual gestión de mantenimiento de las autobombas del sistema contra incendios del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi?
- ¿La falta de mantenimiento de los vehículos de emergencia del sistema contra incendios afecta sobre la disponibilidad de la flota frente a las emergencias?
- ¿La disponibilidad actual de las autobombas del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi mejorará con un adecuado plan de mantenimiento preventivo?

Objetivos

Objetivo General

- Analizar la gestión de mantenimiento de las autobombas del cuerpo de Bomberos del Cantón Shushufindi y su incidencia en la disponibilidad.

Objetivo Específicos

- Diagnosticar el mantenimiento actual, de los vehículos del sistema contra incendios del cuerpo de Bomberos de Shushufindi.
- Determinar la disponibilidad de las autobombas.
- Establecer una propuesta de mejora del mantenimiento de las autobombas del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de investigación

Como un referente comparativo para este trabajo de titulación, se ha investigado estudios similares de diferentes universidades en cuanto al mantenimiento, se tiene los siguientes estudios:

Según Álvarez I (2017), en su tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico Automotriz “Implementación de la metodología RCM para los vehículos de emergencia del Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca”, presenta las siguientes conclusiones:

- Previo al análisis de aplicación de la metodología RCM, se determinaron las funciones que cumple cada unidad de emergencia para realizar un análisis bajo curvas de Pareto el cual analizo el 20% de las fallas que ocupa el 80% de los costos generados durante los 18 meses analizados, dando como resultado que las Ambulancias. Son elementos prioritarios ya que el 60% de los fallos superan el 80% de los costos.
- Dentro de los indicadores de mantenimiento se calcula la disponibilidad de cada unidad de emergencia, dando como resultado 3 vehículos con una disponibilidad menor al 70%. Estas unidades de emergencia ameritan un cambio en su respectiva gestión de mantenimiento que permita aumentar su disponibilidad de operación.

Los resultados obtenidos por el autor, ayudaron a determinar que las unidades del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca presentan una falencia en su plan de mantenimiento actual, los mismos que mediante herramientas ingenieriles (diagrama de Pareto) le permitió analizar la relación que existe entre las fallas y los

costos de cada vehículo de rescate y definir que vehículos presentan mayores costos para la institución. Este inconveniente repercute en la disponibilidad de la flota por lo que tener un completo estudio de la maquinaria y mejorar el plan actual de mantenimiento fue la clave para disminuir el ausentismo de los vehículos.

Las conclusiones aportadas por el autor, permitieron la direccionalidad del análisis de la disponibilidad de toda la flota vehicular para determinar cuáles son los vehículos que poseen mayores problemas de ausentismo que comprometan la integridad de la comunidad. Para las horas de funcionamiento de los vehículos de rescate, se basó en las leyes y reglamentos que existen llegando a determinar que los vehículos de emergencia deben estar operativo los 365 días del año.

Según Petersen (2015), en su tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Industrial “Diseño de un Programa de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo del Sistema Hidráulico Contra Incendios basado en NFPA 25 de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil”, establece las siguientes conclusiones:

- Producto de este proyecto se puede afirmar que el sistema hidráulico contra incendios de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil al contar con un Programa de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo va a poder garantizar a la comunidad universitaria su correcto funcionamiento y así cumplir con un requerimiento legal local y nacional.
- Como resultado de la investigación de costos del presente proyecto se confirma la viabilidad del Programa de Mantenimiento para el SCI que maneja la institución y verifica su necesidad basados en el principio de resguardo de seguridad de todo el personal que labora y estudia dentro de las instalaciones.
- Se pudo diagnosticar que en el presente proyecto es necesaria no solo la gestión técnica del SCI sino también la gestión administrativa, ya que no se puede disponer de una sin la otra. El manejo de indicadores y la aplicación de técnicas de administración ayudarán a fortalecer el objetivo de este programa de mantenimiento que es mantener siempre óptimos los niveles de protección contra incendios dentro de las instalaciones de la institución.

El autor llegó a la conclusión que el sistema Contra Incendio debe implementar un programa de mantenimiento que garantice que todos sus componentes se mantengan disponibles para solventar cualquier emergencia que se pueda presentar en la comunidad universitaria salvaguardando la integridad del personal y cumpliendo con las normativas legales usadas para el desarrollo de su tesis.

Debido a la falta de un plan de mantenimiento, el investigador dedujo que mantener en condiciones correctas de servicios los activos del sistema contra incendios fue viable gracias a un completo estudio y desarrollo de un programa de mantenimiento basado en la NFPA 25 y con el apoyo de la administración de la universidad para que el SCI se mantenga funcional cumpliendo con los indicadores de mantenimiento y activo cuando se presente alguna emergencia dentro de las instalaciones universitarias.

Estos aportes ayudarán a la implementación de un plan de mantenimiento adecuado derivado de un análisis con las herramientas de ingeniería, que permitirá determinar la solución más factible para este proyecto de titulación. Mediante normas, reglamento y leyes que faciliten de información técnica complementaria para este estudio. Las conclusiones del autor determinan que la aplicación de una planificación de mantenimiento en el sistema contra incendios debe ser un punto importante para las autoridades competentes con el fin de mantenerlas disponibles cuando se presente las eventualidades.

Según Almeida (2014), en su tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Industrial “Estudio de la gestión de mantenimiento y su incidencia en la disponibilidad de los equipos y maquinaria en la empresa SANTEX del cantón Pelileo”, concluye que:

- La conservación de equipos y máquinas de la empresa SANTEX carece de un sistema de gestión de mantenimiento ya que existe un número alto de paro de máquinas, causando así pérdidas de tiempo, obstruyendo en la productividad, por lo que la empresa tiene un decrecimiento en el cumplimiento de los retos productivos.

- Confeccionar prendas de vestir jeans sin usar un sistema de gestión de mantenimiento, no permite corregir los errores a tiempo en la maquinaria, incidiendo en mayores averías, y por ende en derroche de recursos.
- La disponibilidad de máquinas y equipos depende en gran medida de una serie de acciones de mantenimiento que realicen los operarios. No obstante, para que los operarios realicen actividades de mantenimiento deben estar debidamente capacitados.

Lo que deduce el autor de esta tesis, es la gran problemática que posee la empresa SANTEX, el mal estado de los equipos que lo conforman, por el uso recurrente que presentan han generado que algunos de ellos queden inactivos por la falta de un correcto mantenimiento a su debido tiempo.

Los problemas que se evidencia son por la carencia de un plan de mantenimiento que ha repercutido sobre los tiempos de entrega, las fallas que poseen las prendas y las paras en la producción. Llevar un diagnóstico actual e implementar un plan de mantenimiento correcto y preciso de acuerdo a sus actividades y formar a los operarios para mantener en buenas condiciones las máquinas que manipulan, es la solución a las falencias que presenta la empresa.

Fundamentaciones técnicas

- Norma ISO 9001:2015

Ambiente para el funcionamiento de los procesos

“La organización debe determinar, proporcionar y mantener el ambiente necesario para el funcionamiento de sus procesos y lograr la conformidad de los productos y servicios.”

En la norma citada hace mención al correcto funcionamiento de los equipos de trabajo, de la infraestructura y herramientas que se utilizan en los procesos de producción, o para el servicio para proteger la integridad de los trabajadores permitiéndolos realizar sus actividades en una zona segura y minimizar los riesgos que se puedan presentar.

- **Norma Venezolana: Convenin 3049-93**

“Norma que pretende establecer un marco conceptual referente a la gestión de mantenimiento para la unificación de criterios y principios.”

En la actualidad a nivel nacional, la gran cantidad de empresas que se van incorporando al mercado ecuatoriano incita a que establezcan y mantengan sistemas de gestión óptimos que permita ser competitiva frente a sus competidores. Uno de ellos es la gestión de mantenimiento, es crucial mantener y conservar la vida útil de la maquinaria dentro de su línea de producción o servicio.

Hoy en día la mayoría de empresas o entidades presentan un mantenimiento correctivo programado debido a los bajos costos que esta presenta en su aplicación y puesta en uso. Por lo cual, se necesita una evolución de la planta industrial a nivel nacional para poder optar por un plan de mantenimiento más eficaz dependiendo de las actividades que se lleven a cabo y minimizar las horas paro de las maquinarias.

Es inevitable que se presenten las averías en los equipos por una gran cantidad de causas que conlleva a la aplicación de una serie de estudios que permita evidenciar la razón por la cual sucedió, pero esto podrá ser más eficiente si se establece un plan de mantenimiento oportuno para la empresa.

- NFPA 25 “Norma para la Inspección, Pruebas y Mantenimiento de los Sistemas de Protección Contra Incendios a base de agua

Las NFPA (National Fire Protection Association) es una norma especializada para la aplicación de los Sistemas de protección Contra Incendios a base de agua, en la que se realiza una gran serie de actividades tales como pruebas, reparaciones y mantenimiento. Además, de ello estipula la frecuencia con la que deben ser examinados y su próximo mantenimiento.

Aporta información necesaria para el desarrollo de procedimientos que enriquezcan de valor agregado para el sistema de contra incendios que posee y genere confiabilidad al momento de su utilización.

“El objeto de este documento es proporcionar los requisitos para garantizar un grado razonable de protección de la vida y propiedad contra incendios por medio de métodos mínimos de inspección, prueba y mantenimiento para sistemas de protección de incendios a base de agua.”

4.1.2.1 Se debe demostrar que los equipos estén en buenas condiciones de operación por medio de inspecciones, pruebas y mantenimiento periódicos y comunicar cualquier defecto o daño que se presente.

Para el cumplimiento de esta norma se debe garantizar que los equipos del sistema contra incendios del Cuerpo de bomberos se encuentren en óptimas condiciones de operación para salvaguardar la integridad de la población, esto se puede verificar con una inspección y pruebas que se realizan periódicamente y si al existir alguna avería, esta se debe atenderla inmediatamente evitando que el sistema quede indisponible frente una emergencia.

4.1.2.2 La inspección, prueba y mantenimiento debe implementarse de acuerdo con procedimientos que cumplan o sobrepasen los establecidos en este documento y de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

4.1.2.3 Estas tareas deben ser realizadas por personal capacitado a través de entrenamiento y experiencia.

Las pruebas de los equipos del Sistema contra incendios del Cuerpo de Bomberos se deben llevar a cabo con las instrucciones que establece el manual del fabricante y si al no existir, se debe realizar un estudio de los daños más frecuentes, de los repuestos que mayormente se han reemplazados y junto con esta norma para elaborar un plan de mantenimiento que permita incrementar la vida útil del sistema.

Este análisis debe ser realizado por personal capacitado para la corrección y prevención de las averías que puedan presentar el sistema contra incendios, para lo cual se debe disponer de personal capacitado, entrenado sobre el funcionamiento del sistema para conocer los defectos que se puedan evidenciar,

además de la experiencia que servirá como ayuda al encargado de realizar las pruebas.

4.1.7 Cuando el sistema de protección de incendios a base de agua se restaura al servicio después de un daño, el sistema debe ser revisado para verificar que está funcionando correctamente.

En la norma descrita anteriormente, menciona los ítems que debe establecerse en un establecimiento que dispone de un sistema contra incendios, para lo cual detalla las obligaciones y los requisitos que deben cumplirse para mantener en buenas condiciones todos los accesorios, herramientas, máquinas y dispositivos del que se componen el sistema contra incendios que dispone el Cuerpo de Bomberos.

Fundamentaciones legales

“REGLAMENTO INTERNO DE UTILIZACIÓN, MANTENIMIENTO, CONTROL Y RESPONSABILIDADES PARA EL MANEJO DEL PARQUE AUTOMOTOR DEL BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE CUENCA”

Normas Fundamentales

De la utilización o movilización

Art.4.- Debido a que las unidades pertenecen a una unidad bomberiles, cuya misión es velar por la seguridad ciudadana, procurando siempre la protección de las personas y de los bienes, su uso no está limitado a un determinado horario, por ello estarán a disposición los 365 días del año en forma ininterrumpida.

Del mantenimiento

Art.8.- Es obligación del departamento de Mantenimiento vigilar permanentemente el buen uso y buen funcionamiento de las unidades motorizadas de la entidad, para lo cual se llevará un registro (formulario) tanto de las acciones preventivas como correctivas ejecutadas ya sea en los propios talleres como fuera de él.

Art.9.- El mantenimiento preventivo se realizará en forma periódica y programada, mientras que el correctivo cuando se ha producido el daño, en este caso el Jefe de mantenimiento notificará a la Primera Jefatura dicha situación, quien dispondrá el arreglo inmediato, debiendo sujetarse en todo caso al Reglamento Interno de Bienes y Servicios en lo que a montos y cotizaciones se refiere.

La normativa vigente que se rige en uno de los Cuerpos de Bomberos del Ecuador es muy clara y que permitirá solventar información utilizada para el desarrollo de esta investigación. El cuerpo de bomberos de Shushufindi como una entidad de socorro frente a eventualidades tendrá a modo de ley mantener el buen estado de las autobombas del plantel los 365 días del año por el motivo de salvar la integridad de las personas frente a cualquier emergencia que se suscite.

- **“Decreto Ejecutivo 2393: “Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo”**

Capitulo IV

Utilización y Mantenimiento de Máquinas Fijas

1. Las máquinas se utilizarán únicamente en las funciones para las que han sido diseñadas
2. Todo operario que utilice una máquina deberá haber sido instruido y entrenado adecuadamente en su manejo y en los riesgos inherentes a la misma. Asimismo, recibirá instrucciones concretas sobre las prendas y elementos de protección personal que esté obligado a utilizar.
3. No se utilizará una máquina si no está en perfecto estado de funcionamiento, con sus protectores y dispositivos de seguridad en posición y funcionamiento correctos.

Art. 92. Mantenimiento

1. El mantenimiento de máquinas deberá ser de tipo preventivo y programado.
2. Las máquinas, sus resguardos y dispositivos de seguridad serán revisados, engrasados y sometidos a todas las operaciones de mantenimiento

establecidas por el fabricante, o que aconseje el buen funcionamiento de las mismas.

3. Las operaciones de engrase y limpieza se realizarán siempre con las máquinas paradas, preferiblemente con un sistema de bloqueo, siempre desconectadas de la fuerza motriz y con un cartel bien visible indicando la situación de la máquina y prohibiendo la puesta en marcha.

En aquellos casos en que técnicamente las operaciones descritas no pudieren efectuarse con la maquinaria parada, serán realizadas con personal especializado y bajo dirección técnica competente.

4. La eliminación de los residuos de las máquinas se efectuará con la frecuencia necesaria para asegurar un perfecto orden y limpieza del puesto de trabajo.

En el decreto ejecutivo ecuatoriano redacta todos los artículos necesarios para la seguridad y salud de los trabajadores mediante el mejoramiento del medio ambiente donde el empleado desarrolla sus actividades. Además, trata sobre el correcto mantenimiento de las máquinas antes de su utilización, el tipo de mantenimiento que se debe emplear, de las inspecciones que se debe llevar a cabo establecidas por el fabricante en su manual y de la capacitación e instrucciones que se deben dar al personal correspondiente.

Categorías fundamentales

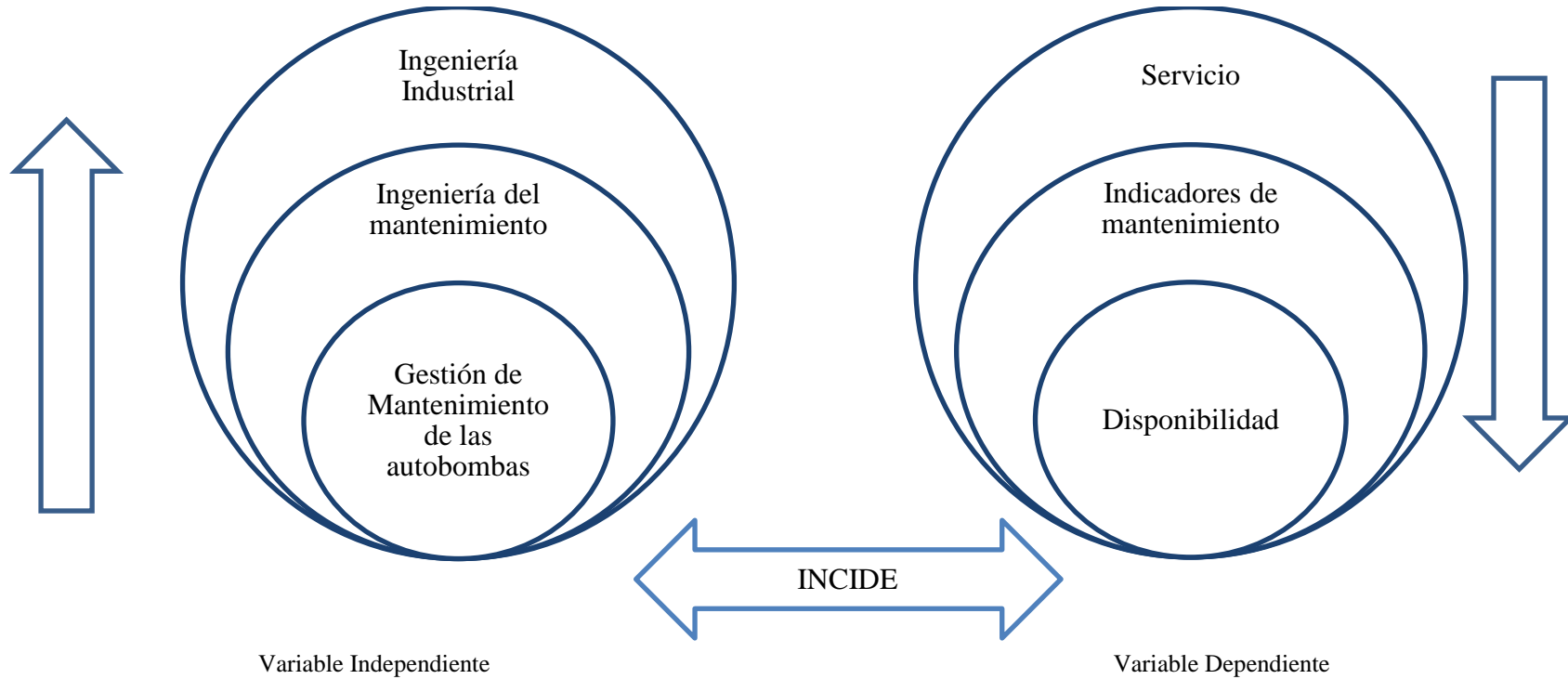


Figura 4: Categoría Fundamental

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Constelación de ideas

Variable Independiente

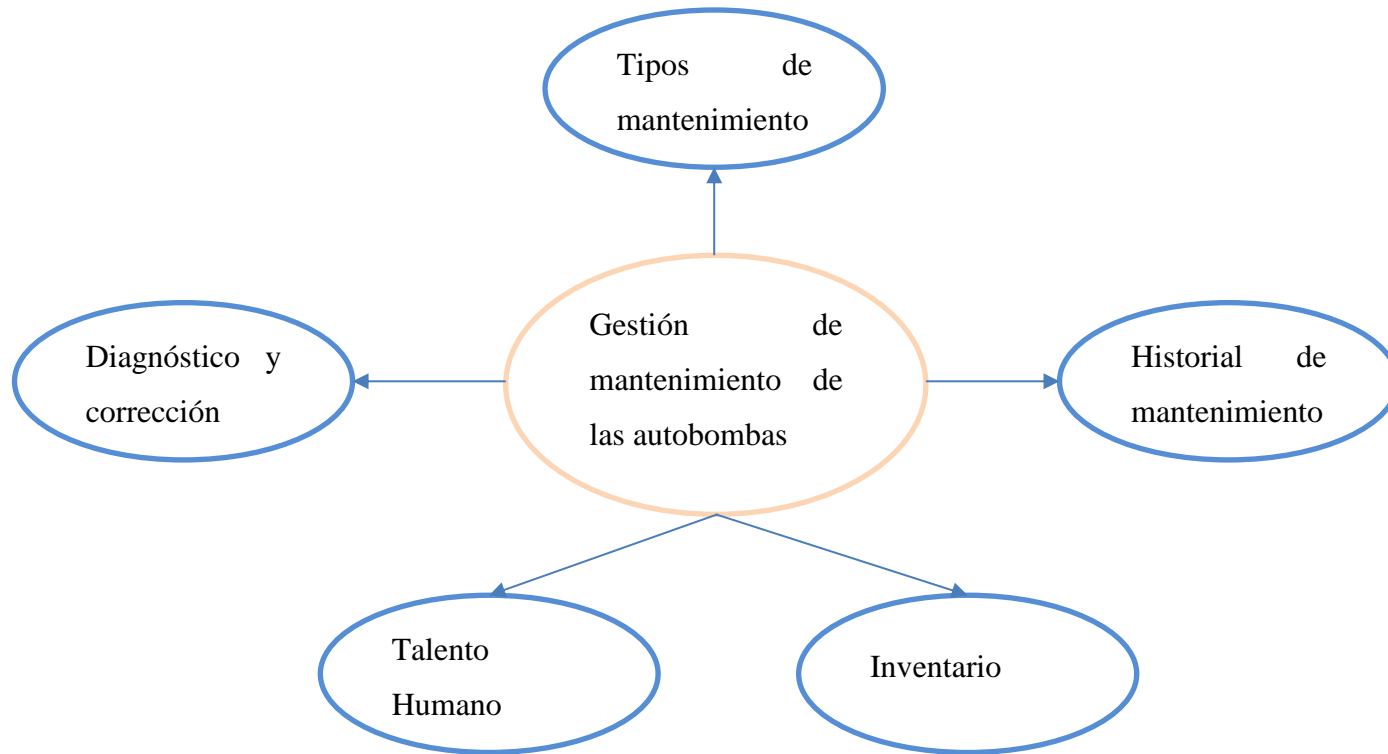


Figura 5: Constelación de Ideas: Variable Independiente.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Variable Dependiente

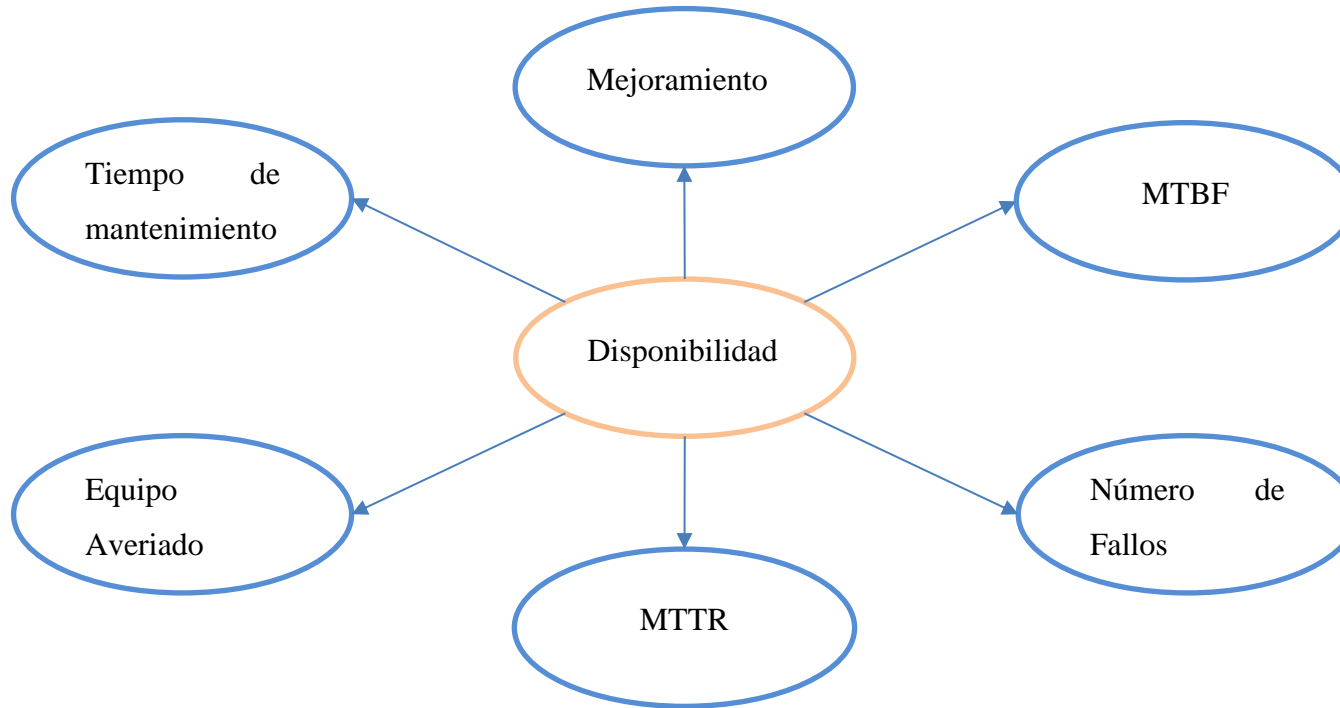


Figura 6: Constelación de Ideas: Variable Dependiente.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Marco conceptual de la variable Independiente

Ingeniería Industrial

Existen autores como (Gomez, 2012).que resaltan que la Ingeniería Industrial “Es la disciplina profesional de la aplicación de la ciencia y todo el conocimiento humano para la conversión optima de los recursos naturales en beneficio del hombre”.

Una de las ingenierías más aplicada en el sector manufacturero es la industrial, aquella capaz de reestructurar completamente procesos, modificar una organización con el objetivo de incrementar los ingresos de una empresa y satisfacer las necesidades del hombre. La ingeniería industrial puede ocupar varias áreas de una empresa: mantenimiento, producción, administrativo, calidad, servicio al cliente, diseño, entre otras posibilidades que abarca y permite mejorar constantemente.

Esta actividad se viene dando desde los cavernícolas, las necesidades fueron la principal razón de transformar los recursos naturales en viviendas, utensilios de combate, herramientas de trabajo. Con el paso del tiempo se utilizaba todos estos conocimientos en las actividades más comunes: la agricultura, la caza, la ganadería y la pesca.

En el trascurso del tiempo la aplicación de la ciencia para el entendimiento de fenómenos que se desarrollaban en esa época influyo constantemente en la ingeniería, las personas poco a poco fueron dando paso a la ingeniería industrial que permitió mejorar la manera de vivir de las personas.

La ingeniería industrial está constantemente en perfeccionamiento, mejorando, creando e innovando bajo los principios de la ciencia. Es aplicable a todas las industrias dedicadas a diferentes actividades productivas o de servicio. Cada país en su debido momento, influencio en los avances de la ingeniería industrial, con, conocimientos técnicos, investigaciones científicas etc., con el objetivo de mejorar las necesidades de la sociedad como transformar los paisajes verdes en grandes ciudades y dar luz aquellos lugares más recónditos (Gomez, 2012).

Ingeniería de Mantenimiento

El autor menciona que “La ingeniería del mantenimiento requiere de conocimientos técnicos muy específicos, un alto requerimiento de experiencia del personal que lo desenvuelven con un alto componente de conocimiento táctico, y con poca tradición en transcribir las experiencias que se producen”. (Carrasco, 2014)

El termino ingeniería industrial es un concepto muy utilizado por grandes empresas que invierten constantemente en el mantenimiento de sus activos para garantizar que la producción se mantendrá siempre operativa. Bajo el enfoque Kantiano, en el que se centra en el análisis de cualquier fenómeno que se presente, teniendo en cuenta tres elementos principales: personas, artefactos y entorno.

Los recursos que se involucran en la ingeniería de mantenimiento bajo esta premisa son muy importantes, porque puede influir en que los activos se puedan mantener funcionales a lo largo del tiempo, sin la presencia de fallas que impidan cumplir con su objetivo.

Sin duda, la secuencia que se emplea en el mantenimiento servirá para transferir la información de los tres elementos, que serán empleado dentro de los servicios de mantenimiento. La información de una empresa será la base para solventar cualquier fenómeno o problema que se presenten durante el desarrollo de cualquier actividad y mejorar su rendimiento dependiendo de los niveles de mantenibilidad que se estén empleando.

Como en toda empresa existen factores que interfieren en la transferencia de información y más aún si se relación con el mantenimiento de los activos; estos pueden influir directamente en el desarrollo de la empresa y disminuir su eficiencia, algunos de los inconvenientes según (Carrasco, 2014, pág. 35) que poseen son:

- Durante el cambio de turno de los operarios, el cual genera pérdidas de tiempo puesto que el nuevo turno necesitará de un periodo de tiempo para acoplarse nuevamente y conseguir el mismo rendimiento que se venían dando.
- Poca capacitación de los operarios para resolver problemas mecánicos y que necesitan la presencias de otros para resolverlos.

- Falta de información de los históricos de mantenimiento de las maquinas
- Un mal desarrollo de la gestión documental que posee o carece de información útil para el mantenimiento.

Gestión de Mantenimiento

Según la empresa SEAS define que la gestión de mantenimiento:

Es el conjunto de acciones que permiten mantener o restablecer un bien en un estado específico o en la medida de asegurar un servicio determinado, teniendo en cuenta, la calidad del producto, la seguridad de las personas y todo ello al menor costo posible. (SEAS, 2012, pág. 8)

Lo que se pretende con la gestión de mantenimiento es agrupar los esfuerzos de una organización mediante estrategias, planes, procedimientos, personal y todos los recursos necesarios para mantener funcional las máquinas de la empresa y cuando exista alguna falla poder solventarlo de la manera más eficiente y con un costo muy reducido.

Esto se verá reflejado en el producto final o el servicio, en la medida que los activos se mantengan disponibles para el desarrollo de su actividad con una fiabilidad muy grande se encontrará con una gestión de mantenimiento eficaz.

El mantenimiento debe ser global, debe ser tanto para los activos como para la infraestructura, debe abarcar todo lo relacionado al funcionamiento de la máquina. Factores ambientales son una de las causas por las cuales las maquinas suelen fallar, el fabricante estipula las condiciones de funcionamiento con las que debe operar, pero casi siempre esto no se lo considera y se obtiene resultados adversos. La gestión de mantenimiento intenta eliminar estas incidencias, mediante la determinación de las causas para evitar que nuevamente se genera una falla. Gestionar se define como la integración de elementos con la meta de alcanzar la política de la organización.

Tipos de Mantenimiento

Según el autor afirma que:

Un sistema de Gestión de Mantenimiento busca garantizarle a los clientes internos o externos, que el parque industrial esté disponible, cuando lo requieran con Disponibilidad, Confiabilidad y Seguridad Total, durante el tiempo necesario para operar, con los requisitos técnicos y tecnológicos exigidos, para producir bienes o servicios que satisfagan las condiciones, deseos o requerimientos de los clientes, en cuanto a la calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno, al menor costo posible y con los mejores índices de productividad, rentabilidad y competitividad. (García, 2012, pág. 51),

El mantenimiento se lo define como el control permanente de las máquinas y componentes para el correcto funcionamiento durante un periodo establecido, los trabajos a realizarse para solventar las averías o fallas que se presentan y desarrollar un plan de mantenimiento para garantizar el buen funcionamiento, preservar un estado óptimo de las máquinas y alargar la vida útil de las mismas.

Toda empresa posee clientes de tipo externos, quienes se deberá cumplir por completo sus necesidades y clientes internos denominados a las personas quienes conforman una industria manufacturera o de servicio, para ello es necesario establecer planes de mantenimiento que permita mantener la vida útil de las máquinas.

Existen indicadores que se necesita mejorar, algunos de ellos son la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de la maquinaria durante la jornada laboral. Mantener en constante vigilancia lo puntos mencionado será el fuerte de la empresa para evitar paros de producción o la reparación imprevista de los activos que la conforman.

El consumidor es la clave para lograr mantener en operatividad los activos, si bien, los requisitos y la demanda del cliente son el combustible de cada empresa para ser cada día más competitivos mejorando el tiempo de entrega, incrementando palpablemente la calidad del producto o del servicio, innovando sus maquinarias y cumplimiento cada necesidad que el mercado requiere. (García, 2012).

Los tipos de mantenimiento que menciona (García, 2012), se clasifican dependiendo a las funciones de cada una referente a la máquina a implementar y considera que solamente existen dos tipos de mantenimientos, por lo cual se describe a continuación:

- 1. Mantenimiento Reactivo:** como menciona (García, 2012), este tipo de mantenimiento se emplea en los activos, maquinaria, herramientas, etc., cuando una avería o falla se ha generado y que la impedido continuar con su operación normal.

Al existir tal inconveniente el encargado de mantenimiento se ve en el deber de recuperar la funcionalidad de la máquina en el menor tiempo posible. Se considera una actitud pasiva, en el que se espera que la máquina llegase averiarse.

Se puede clasificar a este tipo de mantenimiento como un poco despreocupante debido a que no existe un estudio previo que permita evitar que la máquina se dañe y ocasionar la detención de la producción que opera. Solamente se emplea cuando el problema ha ocurrido y la máquina se ha detenido completamente. El mantenimiento reactivo se puede clasificar dependiendo de la manera de actuar al presentar una falla, estos son:

- Mantenimiento Reparativo
- Mantenimiento de Emergencia
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento reconstructivo

- 2. Mantenimiento Proactivo:** este tipo de mantenimiento es lo contrario al mencionado con anterioridad, es por esto que implementa actividades previas a que ocurra una falla que imposibilite la operatividad de la máquina. El mantenimiento proactivo emplea una serie de observaciones, pruebas, entre otras, que intenta buscar y determinar la avería antes de que llegue a ocurrir (García, 2012).

Una de las actividades que se emplea son la inspección, donde se conoce completamente el equipo, sus partes internas como externas y estudiar las especificaciones para estar al tanto los fallos que se puedan generar y en ocasiones reemplazar aquellos que se encuentre deteriorados.

Según (García, 2012, pág. 52), en este tipo de mantenimiento existen varias maneras de efectuarlo, estas son:

- **Mantenimiento Preventivo**

(Garrido, La contratación de Mantenimiento Industrial , 2010, pág. 17), define al mantenimiento preventivo como aquel activo que tiene que encontrarse en niveles muy altos de operatividad, estudiando los problemas más convencionales y anticipándose de que las fallas ocurran.

El autor hace mención sobre la programación de mantenimiento para los activos, que describe las posibles correcciones que el equipo va a necesitar y en los tiempos que es viable realizar para que la producción o el servicio no se vea comprometido.

- **Mantenimiento Predictivo**

Es aquel que lleva un seguimiento del estado físico y funcional de los activos, herramientas e infraestructura para mantenerlos bajo control aplicando técnicas de valoración como son los indicadores de mantenimiento.

También conocido según su condición, en las bombas de los vehículos del cuerpo de bomberos existe una serie de variables a considerar (presión, temperatura, vibración, etc.), esto se puede medir mediante equipos tecnológicos avanzados para obtener resultados más precisos. Aquellas variables tienen como objetivo determinar el estado en que los componentes de la máquina se encuentran y tomar acciones de mejora antes que pueda ocasionar la detención de la máquina (Garrido, La contratación de Mantenimiento Industrial , 2010).

- Mantenimiento Detectivo.
- Mantenimiento Mejorado.

Historial de Mantenimiento

La gran cantidad de información que se genera en un determinado tiempo respecto a un activo se considera ventajoso para la organización, ya que esto le permitirá llevar a cabo un manejo correcto mediante registros, matrices, bitácoras

de máquina de todos los datos, información, especificaciones del fabricante, etc., que se generen dentro de cada industria.

El estudio para la implementación de planes de mantenimiento demanda el uso necesario de datos técnicos, información de reparaciones pasadas y especificaciones de las fallas que se han venido adhiriendo a lo largo de la vida de la maquinaria, que servirá para tomar acciones de prevención y obtener los recursos necesarios para prevenir que se genere en la máquina algún desperfecto.

Como menciona (Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento , 2010, pág. 40), la información obtenida de las fallas y averías que se vienen presentado constantemente en el pasado son una fuente beneficiosa para el desarrollo de un programa de mantenimiento.

El análisis de la información obtenida del funcionamiento de cada máquina, herramienta, repuesto y equipo plasmada en documentos técnicos como registros de todas las averías que se han presentado con el avanzar del tiempo, permite encaminar una investigación para conocer los posibles fallos que en el futuro pueda presentarse, además, se puede obtener información de aquellos elementos que frecuentemente pierden sus características operacionales y puedan ocasionar problemas en la producción.

La gran mayoría de empresa no lleva un seguimiento de las fallas que se han evidenciado en cada activo, por lo cual no existe un historial ordenado de cada reparación que facilite el estudio. Pero con esfuerzo y un gran conocimiento de las especificaciones del fabricante es posible desarrollar un historial de mantenimiento, según (Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento , 2010):

- Analizar las ordenes de trabajo de reparación cuando una avería se ha generado, recolectar toda la información de cada elemento reparado por grupo es posible obtener la información de las fallas que han perjudicado el funcionamiento de un activo.
- Los recibos de los elementos reemplazados es una fuente de información. Obtener estos datos del área administrativa es muy complicado, debido a que lleva un largo tiempo analizar cada orden de compra, es importante

recalcar que las facturas de compra deben ser en un rango de 5 años por este medio se puede concluir las fallas más comunes que el activo ha padecido.

- La bitácora de las máquinas es otra fuente de información valiosa, el personal encargado de cada máquina lleva consigo un registro en donde anota todos los problemas que la máquina ha presentado frecuentemente durante la jornada laboral con el fin de mencionarlos a su sucesor.

Inventario

El inventario es el grupo de objetos, materiales o repuestos que en un futuro serán utilizados para cumplir con la demanda venidera.

Como lo menciona (Moreno, 2010, pág. 6), es la parte inicial para llevar cualquier tipo de mantenimiento, para un programa de mantenimiento donde conocer las especificaciones de la máquina importante se deberá conocer con que se cuenta para desarrollar con la planificación.

Según (Moreno, 2010), para desarrollar un inventario adecuado, preciso y con los materiales necesarios es importante considerar los siguientes criterios:

- Precisar los materiales del inventario
- Precisar las restricciones del material
- Tener toda la información clara de lo que necesitamos en el inventario.
- Designar a los responsables de la creación del inventario.
- Capacitar a los responsables de llevar a cabo el inventario
- Brindarle de todos los documentos necesarios para el inventario como registros.
- Designar a un personal especializado en mantenimiento, para que supervise el desarrollo del inventario.
- Informales a los encargados de cada área el momento que se va a desarrollar el inventario.
- Tener en cuenta sistemas para la renovación.
- Brindar toda la información acerca de lo que se va a realizar.

Como menciona (García, 2012, pág. 86), “Los recursos materiales son imperiosos para el éxito de la gestión, puesto que para el mantenimiento hay que tener los repuestos y contar con los equipos y las herramientas adecuadas para realizar labores efectivas”.

No solamente es importante contar con el personal necesario para llevar a cabo un programa de mantenimiento, también se considera que exista dentro de un inventario todos los materiales, herramientas y repuestos que se va a emplear durante el proceso de mantenimiento y con ello ejecutarlo de la mejor manera.

Para Céspedes A (1981), “La implantación de un Programa de Mantenimiento en una empresa requiere de una serie de actividades que se realizarán en forma previa a la ejecución del mismo” (p.41)

Se debe considerar el desarrollo de un plan de mantenimiento efectivo dentro de una empresa, para ponerlo en marcha se realizará una serie de pasos iniciales importantes como es la codificación, mayormente utilizada en el inventario, que facilita al programa tener en cuenta los diferentes materiales que se encuentran a disposición.

Un inventario estará influenciado por una serie de elementos, entre ellos se encuentra el tipo de mantenimiento que se empleará, considerando el interés económico de la institución. Una de las características que presenta el inventario es la importancia que tendrá sobre la producción y el volumen de las máquinas y equipos que posee. Los tipos de inventarios son:

1. **Inventario total:** la principal diferencia es la realización de un estudio inicial para comprobar con los equipos, máquinas o repuestos que se posee en el almacén de la planta. Este tipo de inventarios se utiliza dentro de un mantenimiento preventivo, la principal razón es el conocimiento detallado de lo que se tiene a disposición en la bodega para poder realizar un programa adecuado con los recursos necesarios respetando los tiempos de cada mantenimiento. También, mantendrá informada a la administración del estado que atraviesan los equipos, maquinaria y sistemas de la compañía hasta el final de la vida útil.

2. **Inventario parcial:** se elige el equipo necesario y disponible para introducirlo dentro de un mantenimiento preventivo, en el cual detalla las áreas más críticas de la producción, para su respectivo abastecimiento con el fin de evitar contratiempos que afecten la productividad de la compañía. Los beneficios que trae la utilización de un inventario parcial es el reducido costo económico que la empresa percibirá, como resultado de la aplicación en ciertas áreas consideradas críticas.

Talento Humano

Uno de los factores cruciales en el desarrollo de un programa de mantenimiento en cualquier tipo de empresas es el talento humano, aquel que debe ejecutar las ordenes de trabajo, realizar las fichas de mantenimiento, reparaciones, etc., también, con lleva el entrenamiento y capacitación de todo el personal de la organización.

Esta es la clave del éxito para garantizar que se lleva cabo un adecuado modelo de mantenimiento. Cada personal debe estar en capacidad de interpretar los datos de una máquina que es parte del proceso para que facilite el análisis y el desarrollo de cualquier acción (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, & Crespo, Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo, 2013).

Para ello una gran idea es desarrollar un mecanismo adecuado para obtener sugerencias del personal, en donde las opiniones sean analizadas.

El autor menciona:

Hace tan solo unos años (año 60-70), por cada dólar gastado en mano de obra de mantenimiento las empresas gastaban dos dólares en materiales y repuestos. Las posibilidades de optimización se centraban, pues, en el ahorro de materiales, ya que cualquier acción que redundará en un consumo menos de repuestos tenía un efecto mayor sobre el resultado global que un intento de reducción de personal. (Garrido, La contratación de Mantenimiento Industrial , 2010, pág. 131),

En épocas pasadas existía un enfoque diferente, en donde se trataba de minimizar los costos de compras de repuestos para poder incrementar su economía, lo que

generó que no haya disminución del personal para realizar las actividades de mantenimiento.

En el entorno que hoy se maneja el recurso humano es muy importante, las empresas llevan el siguiente concepto, por cada inversión dirigida a la compra de repuestos, el departamento de mantenimiento invierte el doble en mano de obra, lo que se considera como el recurso más importante en una industria, entonces la organización deberá enfocar la atención sobre este ello para considerarse como una empresa competitiva mediante la reducción de costos. Para esto la organización debe formular las siguientes cuestiones:

- ¿Se cuenta con el personal elemental? Si se tiene de más personal se está jugando con la economía de la empresa, pero si se tiene menos de lo necesario, estarán en riesgo de que los tiempos de respuesta sean inoportunos y pongan en riesgo la producción.
- ¿El personal cuenta con el estudio necesario? El personal debe contar con la formación completa para solventar los problemas que intervengan en el proceso de producción, para ello se puede percibir los conocimientos que posee al momento de contratarlo o si fue muy básico para poder proporcionarle un entrenamiento general. Se debe conocer los pilares con los que el personal cuenta para poder dar inicio a su capacitación.
- ¿El sujeto está estructurado de manera apropiada? Conocer que el personal de mantenimiento este organizado y su sistema funcional este adecuado por ciclos o por la ocupación presenta. Es importante saber que no todas las empresas poseen el mismo tipo de organización.
- ¿El desempeño del personal es el adecuado? Si se cuenta con el personal completamente preparado para el mantenimiento y estructurado de la mejor manera funcional, y no genera que el rendimiento mejore experimentará una pérdida de tiempo y recurso económico. Se tendrá que conocer el rendimiento del personal de mantenimiento para ello se debe establecer metas y objetivos medibles evidenciando que sus avances sean constantes.

Diagnóstico y Corrección

Según (Valdivieso, 2010), en su proyecto previa la obtención del título de Ingeniero Mecánico “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA EXTRUPLAS S.A” de la Universidad Politécnica Salesiana, señala que el diagnóstico dependerá primordialmente de la actividad que se realiza en la empresa, para evidenciar el estado actual en el que se encuentra la maquinaria antes de realizar algún cambio o mejoramiento que afecte a su presente condición.

La recopilación de información es la técnica que se implementa en el diagnóstico, para dar a conocer cómo está la entidad, qué tipo de autobomba incluyendo la bomba se tiene, en qué parte se encuentra localizada, el tamaño de la empresa o de la entidad pública, además de investigar si se posee un departamento de mantenimiento o un plan de mantenimiento que solventa los inconvenientes que los vehículos de emergencia puedan presentarse durante su funcionamiento y adicionalmente a esta información es imprescindible conocer los tipos de mantenimiento que se les proporciona durante un tiempo establecido.

Para evidenciar la disponibilidad de la flota de la entidad pública es necesario un registro en donde se detallen si los componentes de los vehículos contra incendios se encuentren en estado óptimo para solventar alguna emergencia, además de conocer los mantenimientos que se le han realizado y los próximos a realizar. Un punto muy importante en el diagnóstico es conocer si la entidad maneja fichas de las bombas o no, y si presentan será evidenciado en esta investigación.

Se investigará si la entidad pública posee un historial de mantenimiento para conocer las fallas más comunes que se dan en las autobombas y si estos historiales tienen un diseño de formato de acuerdo a la actividad que se realiza en la entidad pública; el objetivo de conocer como están diseñadas las hojas del historial es para saber si posee toda la información necesaria, o si carece de datos importantes.

Las diferentes actividades hacen que una empresa se diferencie de otra, por lo que todas las acciones que se realicen en cada una de ellas serán distintos, cada empresa tendrá un plan de mantenimiento diferentes dependerá exclusivamente de

la maquinaria que dispone recalcando que la actividad será distinta. Por esta razón se realizará una evaluación inicial en donde se enmarque el estado actual de la maquinaria y el tipo de actividad que se realiza en la entidad pública, este será el primer paso para implementar un sistema de gestión de mantenimiento.

Marco conceptual de la variable Dependiente

Servicio

Como menciona (Peña & Garrido, 2016), “El concepto de servicio hace referencia a la acción y efecto de servir. También a la organización y personal destinados a cuidar intereses o satisfacer necesidades del público o de alguna entidad oficial o privada”.

Recalcando el concepto del autor, donde determina que la satisfacción del cliente es la principal razón de toda organización. El servicio es una terminología que se transmite al cliente mediante una actividad o trabajo que se ha solicitado previamente. El servicio es intangible, es decir, que no se puede tocar ni ver como fuera el caso de un producto. Pero el cliente puede percibir el servicio mediante la calidad del trabajo, en donde se le atribuye un valor agregado.

Pero no solamente el servicio se lo puede apreciar en la actividad, también se lo puede percibir en el producto mismo, ya que toda una producción está conformada por trabajadores, equipos, maquina e infraestructura. Todo ese sistema que ayuda a la fabricación de un producto tangible.

Al referirse medios de trabajo se está refiriendo a la disposición de las máquinas, no solamente el personal forma parte del proceso de producción, sino, la función que desarrolla máquina en línea de proceso. Es vital importancia mantener en buen estado de operación las máquinas para cumplir con el objetivo de la producción y brindar un servicio óptimo y de calidad.

Es por ello que se puede apreciar que la producción se logra manteniendo la integración de diversas operaciones anexadas al proceso, una de ellas es la gestión de mantenimiento y a la producción se la conoce como dirección de operaciones (Arbós, 2012, pág. 13).

En conclusión, el servicio no significa el producto en sí, pero que si está íntimamente involucrado en su creación, sino que genera al consumidor de todos los trabajos para satisfacer sus necesidades.

Indicadores de Mantenimiento

Es por ello que en la gestión de mantenimiento “Es necesario registrar datos y controlar la tendencia de algunos indicadores que permitan tomar decisiones en el momento oportuno y también guiar nuestra actividad con el objetivo de incrementar la rentabilidad de la empresa al menor costo posible” (Club de Mantenimiento, 2013).

Bajo este concepto se aprecia que los indicadores ayudan a tomar decisiones en los momentos claves para la organización mediante la retroalimentación de información que se obtiene de la propia organización o los problemas que han surgido.

Los indicadores de mantenimientos tienen una relación con los costos de Mantenimiento, puesto que un activo al salir de operación esto se reflejará en los costos de indisponibilidad durante el proceso de producción.

Los costos de registrar los datos también son costos que la organización considera y esta actividad debe ser rentable debido a que los resultados de esta operación deben ser datos procesados para su utilización.

Se deberá considerar que los indicadores arrojan información cuantitativa debido a que se obtienen de una serie de cálculos matemáticos en las cuales los datos registrados por la empresa de sus históricos permitirán conocer las horas en que estuvo en funcionamiento y las horas en que estuvo en reparación.

Disponibilidad de la Flota

Según (Parra & Crespo, 2012), la disponibilidad es un indicador porcentual que permite evaluar de manera general el tiempo total de funcionamiento de la máquina bajo los estándares establecidos por el fabricante y con los recursos y procedimientos necesarios para llevar a cabo su operación.

Toda empresa dispone de ciertos recursos para que los indicadores de mantenimiento: disponibilidad, se mantengan muy elevados con la finalidad de que la producción no se vea comprometida. Para el área de mantenimiento tener este indicador de disponibilidad es factible por que le invita a conocer cuál es el nivel de productividad que el activo aporta a la empresa. Para la estimación de este indicador se toma en cuenta las horas que la máquina se detuvo para su reparación hasta colocarlo nuevamente en funcionamiento.

Las investigaciones que la empresa realiza para mantener operativos sus equipos son basadas en el análisis de la disponibilidad, existen varios elementos que afectan este valor (MTTF y MTTR), la organización evalúa todas las posibles alternativas hasta hallar aquella que permita aumentar el porcentaje de disponibilidad de los equipos.

(Cárcel, 2014) menciona que la disponibilidad es muy similar al indicador fiabilidad, pero la diferencia está en el periodo. La disponibilidad se refiere a un periodo de tiempo establecido para el desarrollo de un estudio, mientras que la fiabilidad se basa directamente en un tiempo dado.

El autor recalca que, un activo, la puesta en marcha en un instante de tiempo no significa que el activo va estar operativo en este tiempo. Esta es la premisa que le hace diferente a la disponibilidad, en la cual estipula los tiempos de reparación que le llevará al grupo de mantenimiento devolver la máquina dentro de la producción. El factor que asemeja estos términos son la necesidad de ser reparados, pero en diferentes intervalos de tiempo.

Preservar la disponibilidad de los equipos es la clave de las empresas, incrementar los ingresos supone aportar recursos sobre el área de mantenimiento. Existen empresas que carecen de un plan de mantenimiento debido a sus elevados costos, por lo que comúnmente suelen optar por la adquisición de maquinaria secundaria para mantener el proceso operativo.

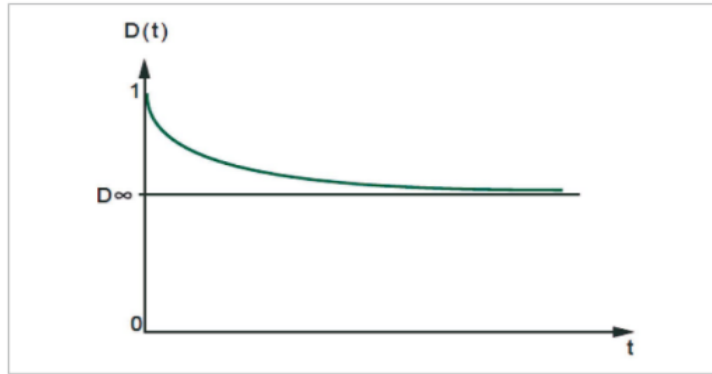


Figura 7: Disponibilidad en función del tiempo

Fuente: (Cárcel, 2014)

Elaborado por: El Investigador

La disponibilidad en una empresa de producción se ve reflejada en el porcentaje de producción durante una jornada laboral donde el resultado es producir en el tiempo planificado sin importar el estado técnico de los equipos. Además, una empresa de servicio tiene el mismo enfoque brindar un servicio adecuado para satisfacer la necesidad del cliente en el tiempo establecido, donde la indisponibilidad de la máquina es tomada en cuenta para completar el trabajo.

Según (Tavares, 1999), señala que el cálculo de este indicador además de ser muy importante es totalmente fácil, en el que se divide el tiempo medio entre fallas (TMEF) sobre el tiempo medio entre fallas más el tiempo medio para reparación (TMPR) por sus siglas en español.

$$Disponibilidad = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR}$$

La fórmula de disponibilidad es la misma, la diferencia está en sus siglas que son en inglés, donde MTBF: Mean Time Between Failures y MTTR: Mean Time to Recover

$$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Para este trabajo de titulación las horas totales en el Cuerpo de Bomberos de Shushufindi se verá estipulada a un tiempo de 8760 horas totales de funcionamiento.

Mejoramiento

Es un término general empleado en una serie de contextos, según real Academia Española la define como “Adelantar, acrecentar algo, haciéndole pasar a un estado mejor” (Real Academia Española, 2017).

El área de mantenimiento los departamentos necesitan una mejora distinta ya que unos requieren de un mejoramiento menor y otros en un elevado grado viéndolo desde otra perspectiva, las instalaciones ascienden o desciende y resulta complicado que se mantengan en iguales resultados. El objetivo de un jefe de mantenimiento es mejorar continuamente. (Interempresas, 2014)

Santiago García garrido menciona un grupo de ideas para mejorar el departamento de mantenimiento en las que las divide en 12 categorías dependiendo de los esfuerzos que se quieren emplear para optimizar un departamento de mantenimiento, según el autor (Garrido, 100 ideas de mejora en mantenimiento, 2016) define las 12 categorías:

1. Datos y la información de mantenimiento
2. Información técnica
3. Personal
4. Contratistas de mantenimiento
5. Plan de mantenimiento
6. Mantenimiento predictivo
7. Averías y su gestión
8. Repuesto
9. Herramientas y medios técnicos
10. Seguridad
11. Software de mantenimiento
12. Calidad de mantenimiento

Los departamentos de mantenimiento se plantean en un determinado tiempo mejorar sus resultados, pero antes de introducirse en esta área, primero se deberá conocer que significa mejorar, y que repercusiones tendrá sobre la gestión de mantenimiento, según (Interempresas, 2014) varios de ellos son:

- Los porcentajes de disponibilidad de los activos de una empresa deberán ser incrementados
- Elevar los índices de fiabilidad de los mismos
- Incrementar la vida útil de la infraestructura
- Y como en todo punto se pretender minimizar los costos para que los puntos anteriores puedan ser cumplidos.

MTBF

Llamado como “Mean Time Between Failures” (Tiempo Medio Entre Fallas), se considera como el tiempo que el equipo se encuentra en pleno funcionamiento hasta que se haya generado una avería y quede indisponible. (Vázquez, 2012)

Santiago Garrido (Garrido, Renovetec, 2013), resalta la fórmula para calcular el tiempo medio entre fallas de la siguiente manera:

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ Horas totales del periodo de tiempo analizado}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

Frecuencia de fallos

Toda máquina está expuesta a recaer en fallas que dependerán de diversos factores durante su tiempo de funcionalidad, este es considerado como un indicador de fiabilidad que se puede calcular mediante el número de fallas que se suscitan en un periodo de estudio. Las unidades son: Fallos/horas, fallos/días, fallos/mes, fallos/semana y fallos/año. (Márquez & Márquez, 2012, pág. 31)

$$\gamma(t) = \frac{\#fallos}{Duracion}$$

Formula extraída de (Gestión de Mantenimiento, 2005)

MTTR

Como indica (Vázquez, 2012), este indicador también es conocido como “Mean Time to Recover” (Tiempo Medio de Reparación) y permite calcular el tiempo

medio en restablecerse el activo a su condición normal de funcionamiento después de haberse presentado la falla.

Facilita en detallar las fallas que se producen en una máquina que mide el tiempo hasta resolverlo completamente según expresa Santiago Garrido (Garrido, Renovetec, 2013):

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ Horas de paro por avería}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

Equipo averiado

Un equipo averiado se refiere que el activo trabajando en condiciones normales estipuladas por el fabricante, ha presentado problemas para su operación convencional y ha generado la parada imprevista de la máquina dentro de un proceso de producción o servicio, en ciertos casos no necesariamente se detendrá la máquina al presentarse algún inconveniente, la duración y la aparición son completamente aleatorias. Estas averías se dan por el desgaste normal de algunos componentes del equipo o por la falta de su reemplazo, debido al uso que ha recibido.

Al presentarse una serie de averías en la máquina esto indicará que algún problema importante está sucediendo y al no tomar cartas en el asunto traerá consigo la pérdida total del equipo. El equipo averiado puede generar costos de análisis y de reparación, contando también los costos que genera la máquina parada dentro de una línea de producción. Conservar las máquinas es una tarea difícil pero importante, esto conlleva el estudio del historial de la máquina, las averías más comunes que se van presentado durante su funcionamiento y el manual del fabricante. Con estas herramientas y junto a un programa de mantenimiento se podrá evitar que las averías se presenten y minimizar los costos de reparación que comúnmente son muy elevados.

Tiempo de mantenimiento

Según (Garrido, Mantenimiento correctivo en centrales de ciclo combinado, 2012, pág. 158), “El tiempo necesario para la puesta a punto de un equipo tras una avería se distribuye de la siguiente manera”

En el contexto considera una repartición del tiempo para la disolución de un fallo, habla del periodo que se necesita para poner en marcha un equipo, después de presentar la avería y lo divide de la siguiente manera:

- **Tiempo de detección:** Según el autor recalca:

Es el tiempo que transcurre entre el origen del problema y su detección. Hay una relación entre el tiempo de detección y el tiempo de resolución total: cuanto antes se detecte la avería, en general, habrá causado menos daño y será más fácil y más económica su reparación. (Garrido, Mantenimiento correctivo en centrales de ciclo combinado, 2012, pág. 158)

Este es el lapso que le toma a los encargados de mantenimiento encontrar la avería y de brindar la solución, con la premisa de disminuir los efectos económicos, productivos, etc., que se presentarían si no se lo detecta a tiempo. Este enfoque utiliza técnicas para prevenir las averías que se puedan generar, como una breve observación de la maquinaria, del estudio necesario que debe tener el operario e indicadores de evaluación del desempeño.

- **Tiempo de comunicación:** es el lapso que le toma al grupo encargado del mantenimiento en encontrar la avería. Este tiempo puede variar dependiendo de la comunicación que se establece entre los operarios de cada área con los encargados de brindar el mantenimiento de una empresa. Para disminuir este tiempo es necesario tener una estructura de mantenimiento fija que facilite la comunicación entre el lugar donde se encuentra la avería y el grupo de mantenimiento.
- **Tiempo de espera:** es el periodo que se desprende a causas de la comunicación del daño y el comienzo de la solución del problema por parte del grupo de mantenimiento. En este rango de tiempo se consideran una serie de aspectos como, si existe personal necesario para la reparación, la

documentación necesaria para intervenir en la producción por la presencia de la avería e incluso el tiempo que le toma al grupo de mantenimiento en transportarse al lugar del hecho. Se puede disminuir este tiempo siempre y cuando la planta cuente con una buena distribución para facilitar el traslado de un lugar a otro y con permisos de trabajo disponibles cuando se presente algún inconveniente.

- **Diagnóstico de la avería:** para encontrar el problema del suceso el operario tendrá que inmiscuirse en la máquina con el objetivo de encontrar la causa raíz que llevo a detenerse, esta actividad demanda de un tiempo denominado diagnóstico de la avería. Se puede disminuir este intervalo de tiempo brindando al personal la capacitación necesaria para poder encontrar la casusa de los problemas con mayor facilidad, además, para minimizar este periodo se colocarán los manuales de los equipos a un lado.
- **Acopio de herramientas y medios técnicos necesarios:** cuando el operario haya determinado la causa raíz de la avería, necesitará de un periodo para transportar de los equipos, repuestos y materiales necesarios al lugar de los hechos. Para minimizar este tipo de tiempo la planta debe contar con una buena distribución, ubicando la bodega muy próxima de la maquinaria, o solamente de aquella considerada critica para el proceso de producción.
- **Acopio de repuestos y materiales:** es muy similar al punto anterior, es el lapso que le lleva al repuesto indicado llegar al lugar de la avería. También se le asocia el tiempo que le tomaría en consultar si se dispone del repuesto en la bodega, el periodo que le tomaría al proveedor de satisfacer del repuesto necesario a bodega, entre otros más inconvenientes que se puedan encontrar. Este tiempo puede reducirse si se dispone de todos los repuestos necesarios para la maquinaria en bodega, mediante un programa de mantenimiento y de proveedores capaces de cumplir con los tiempos de entrega
- **Reparación de la avería:** es el periodo que le toma al encargado de mantenimiento en solventar la avería y ubicarlo nuevamente en el proceso de producción. Gracias a un mantenimiento preventivo que programe las

intervenciones que se deben realizar con el objetivo de que la producción no se vea afectada. Este tiempo comúnmente está perjudicada por la capacidad del personal.

- **Pruebas funcionales:** es el tiempo para chequear si la reparación fue todo un éxito, aquí se realiza un seguimiento del equipo puesto en marcha para evidenciar si existe algún rastro del problema ya eliminado. Se lleva a cabo actividades de evaluación consideradas las más importantes para emplearlos a la maquinaria, esta es una solución para minimizar el tiempo.
- **Puesta en servicio:** una vez eliminado completamente el daño, le tomará al personal un tiempo determinado para volver introducirlo en la línea de producción. Es conveniente tener una buena comunicación entre el personal de cada área y el grupo de mantenimiento con el fin de que este tiempo sea lo menor posible.
- **Redacción de informes:** es el tiempo que le toma al personal de mantenimiento llevar constancias de todos los inconvenientes que se han presentado en la planta y de las medidas correctivas que utilizaron (Garrido, Mantenimiento correctivo en centrales de ciclo combinado, 2012, pág. 160).

Hipótesis

La falta de gestión de Mantenimiento de las autobombas del Cuerpo de Bomberos del cantón Shushufindi incide en la disponibilidad de las mismas.

Señalamiento de variables

Variable Independiente (X)= Gestión del mantenimiento de las autobombas.

Variable Dependiente (Y)= Disponibilidad.

Definición de términos técnicos

Activo

Objeto tangible que desarrolla una función específica en un proceso (AENOR N. U., 2011).

Control

Se define como la actividad que se lleva a cabo con lo establecido anteriormente para obtener las diferencias que se generan. Intenta encontrar las falencias de lo realizado con respecto al plan de mantenimiento (García, 2012).

Disponibilidad

Es determinado como uno de los indicadores más vitales del mantenimiento y permite modificarlo las veces que se; el cálculo de este indicador es sencillo. (Garrido, Renovetec, 2013)

Sistema

El sistema tiene como objetivo realizar una tarea mediante la unión de varios componentes internos o externos de un activo (Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento , 2010).

Fiabilidad

Acción que evita la presencia de problemas en los activos que conforman un proceso de una empresa (Cruz, Nápoles, Morales, Gonzáles, & Morales, 2017).

Falla

La falla es la modificación de un activo para el desarrollo correcto de su función requerida. (Garrido, El futuro del mantenimiento predictivo, 2016)

Gestión

Se expresa como gestión a todas las acciones realizadas mediante un procedimiento adecuado con el fin de alcanzar metas establecidas que permitan obtener buenos resultados (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, & Crespo, Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo, 2013).

Indicador de mantenimiento

Índice de evaluación del estado de un activo que se obtiene mediante cálculos matemáticos; permite analizar sus características funcionales del mismo (AENOR, 2008).

Mantenimiento

Actividad que se desarrolla para garantizar el funcionamiento del equipo o llevar a cabo una restauración. (NFPA, Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de protección Contra Incendios a Base de Agua, 2002)

Plan de Mantenimiento

Grupo sistemático de tareas que han sido definidas bajo un estudio previo, estableciendo documentos, recursos y los tiempos para llevar a cabo con el mantenimiento. (AENOR N. U., 2011)

Bomba de Incendios

Máquina que impulsa agua con la presión necesaria a través del sistema contra incendios en una instalación (NFPA, Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de protección Contra Incendios a Base de Agua, 2002).

Autobomba

Es un vehículo de emergencia que se encuentra equipado con una bomba contra incendios de (3000l/min) de capacidad, cuya función es la extinción del fuego. (NFPA, NFPA 1901: Standard for Automotive fire Apparatus, 2003)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Enfoque de la modalidad

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.

Además, se analizará la disponibilidad actual de la flota mediante las emergencias surgidas en el periodo de este estudio, llevando a cabo cálculos estadísticos.

Modalidad básica de la investigación

De campo

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. Se pretende conocer la situación actual de la gestión de mantenimiento de los vehículos de emergencia, que sirva como base para el desarrollo de la solución.

Bibliográfica

La modalidad de este proyecto de titulación será de tipo bibliográfica dado que parte la información manejada tiene como referencias fuentes de libros especializados en el tema de investigación, sitios web, artículos científicos y documentos necesarios para el estudio. Además, los datos técnicos serán extraídos de sitios confiables y actualizados como los manuales del fabricante, y documentos de diferentes expertos en la gestión de mantenimiento para las autobombas, desarrollando una estructura concisa que sustente el diseño de la propuesta de esta investigación.

Observación Directa

La información que presenta este estudio es de la observación directa en vista de que los sucesos presentados que conllevan a un problema en la disponibilidad de la flota del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi son recogidos y estudiados del mismo lugar del problema conociendo las condiciones de trabajo con las que opera la autobomba para generar información confiable teniendo en cuenta aspectos inherentes al estudio y minimizar las falencias que pueda traer

Nivel o tipo de investigación

Descriptiva

El nivel de investigación es descriptivo porque estudia los datos cuantitativos por medio de cálculos matemáticos y permite alcanzar los objetivos establecidos en este proyecto de titulación teniendo como base principal el estudio de un plan de mantenimiento de acuerdo con la actividad que ejecuta la entidad pública como propuesta de la investigación que permita mantener operativo las autobombas del sistema contra incendios frente a las diferentes emergencias.

Población y Muestra

Para el desarrollo del proyecto de titulación se procede a determinar la población a estudiar, tal como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3: Unidades de emergencia del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

ITEM	VEHICULO	DENOMINACION	PLACAS
1	MERCEDEZ BENZ BRASIL	BRAVO 1	QEC-1023
2	HYUNDAI	BRAVO 2	KEI-1541

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

Elaborado por: El Investigador

Como lo menciona el autor:

Si la población, por el número de unidades que la integran, resulta accesible en su totalidad, no será necesario extraer una muestra. En consecuencia, se podrá investigar u obtener datos de toda la población objetivo, sin que se trate estrictamente de un censo (Arias, 2012).

Bajo este concepto se podrá definir que la población (autobombas) del estudio es muy limitada con un total de 2 unidades, de las cuales para el desarrollo de la investigación se estudiarán todas las autobombas de la institución, aquellas que contienen un equipamiento más completo en términos de Sistema Contra Incendios.

No es factible determinar una muestra debido a que la población es finita por lo que determinarla sería innecesaria, además no se cuenta con información y datos de 16 meses de las dos autobombas que servirá para demostrar la disponibilidad de la flota.

Operacionalización de variables

Tabla 4: Operacionalización de la variable independiente

Variable independiente: Gestión de Mantenimiento				
CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICA E INSTRUMENTO
<p>Gestión de Mantenimiento: intenta lograr la disponibilidad, la fiabilidad y la seguridad total de todos los activos y equipos de una empresa en un tiempo establecido, logrando así satisfacer al cliente interno e incrementar la productividad de la misma mediante un programa eficaz conformado por manuales, registros, entre otros</p>	Tiempo	<p>MTTR</p> <p>MTBF</p> <p>Disponibilidad</p>	<p>¿Cuál es el tiempo de reparación de la autobomba?</p> <p>¿Cuál es el tiempo de funcionamiento de la autobomba?</p>	<p>Historial</p> <p>Facturas</p> <p>Toma de datos en campo</p>
	Cantidad de fallos	Número de fallas	<p>¿Cuál es la cantidad de fallas que se ha producido en la autobomba?</p>	Observación

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Plan de recolección de la información

Según (Hernández, Vázquez, & Alanís, 2013), el plan de recolección de la información es una estrategia objetiva para la obtención de datos, por lo tanto es importante establecer una serie de preguntas para definir un óptimo plan general de estrategias, presentado en la Tabla 6:

Tabla 6: Plan de Recolección de la Información

PREGUNTAS	EXPLICACIÓN
¿Para qué?	Para vincular la incidencia de la variable independiente sobre la variable dependiente. Cumplir los objetivos establecidos y desarrollar un plan de mantenimiento efectivo.
¿A qué personas u objetos?	A los responsables de las áreas del parque automotor del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi y de bodega, encargados del mantenimiento de la flota.
¿Sobre qué aspectos?	Los datos serán sobre los mantenimientos realizados, el tiempo de reparación de la flota, historial de las unidades, facturas de mantenimiento y emergencias.
¿Quién?	El autor del proyecto de titulación: Henry Yane Carrión
¿Cuándo?	La recolección de datos se llevará a cabo en el mes Octubre del 2017 por autorización de la institución.
¿Lugar de recolección de la información?	El lugar de la recolección de información se llevará a cabo en la Institución del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi.
¿Qué técnica de recolección?	La recolección de datos será mediante historial de mantenimiento, facturas de mantenimiento, entrevista con los encargados de mantenimiento
¿Con qué?	Las herramientas de recolección de datos es una bitácora de mantenimiento.
¿En qué situación?	En el funcionamiento normal de las autobombas.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Para la recolección de datos es importante establecer la planificación de las actividades que se van a llevar a cabo y en los tiempos establecidos, para ello se desarrollara un diagrama de Gantt, en la Tabla 7

El diagrama de Gantt es una representación gráfica en donde se definen las actividades a llevarse a cabo en un proyecto en el eje Y, y en el eje X se establecen los tiempos. Se emplea para la planificación y demostrar la secuencia de las actividades de acuerdo a cada fecha determinada. (Terrazas, 2011).

Tabla 7: Diagrama de Gantt

Actividades	Período	2017												2018										
		OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO						
		2 al 6	9 al 13	16 al 20	23 al 27	1 al 3	6 al 10	13 al 17	20 al 24	27 al 30	4 al 8	11 al 15	18 al 22	25 al 29	1 al 5	8 al 12	15 al 19	22 al 26	29 al 31	1 al 2	5 al 9	12 al 16	19 al 23	26 al 28
Realización de los capítulos I y II		■	■																					
Revisión de capítulos I y II			■																					
Entrevista con el Comandante Jhon Moreno y Bombero Fernando Santillan				■																				
Recolección historial de mantenimiento en CBS				■																				
Recolección de las Emergencias del CBS					■																			
Datos e información desarrollarlos de manera digital						■																		
Interpretación de la información recolectada							■	■																
Entrevista con el Bombero Ríos Alejandro para la interpretación del historial de mantenimiento y explicación.								■	■															
Presentación de los datos al tutor de tesis									■	■														
Desarrollo de modificaciones del historial de mantenimiento										■	■													
Desarrollo del capítulo III											■	■												
Presentación del capítulo III												■	■											
Segunda presentación de corrección de la información y datos al tutor													■											
Análisis de la información y elección del tipo de tratamiento de datos														■	■									
Correcciones del capítulo III															■	■								
Tratamiento de los datos																■	■							
Presentación del tratamiento al tutor																	■	■						
Desarrollo del capítulo IV																		■	■	■	■			
Presentación del capítulo IV al tutor																			■	■				
Correcciones del capítulo IV																				■	■			
Desarrollo del capítulo V																					■	■		
Presentación del capítulo V al tutor																						■	■	
Correcciones del Capítulo V																							■	■

Fuente: Propia.

Elaborado por: El Investigador

Aplicación de instrumentos de recolección de la información

Historial de mantenimiento

Se denomina historial de mantenimiento a una lista detallada de actividades llevada a cabo a las maquinas, activos o vehículos de una empresa. Donde se detallan las actividades realizadas, las fechas en las que fueron ejecutadas, el responsable de realizar la reparación o mantenimiento y el tiempo que le tomo.

El objetivo del historial de mantenimiento en el proyecto de titulación es conocer si la falta de mantenimiento en las unidades de emergencia incide en la disponibilidad de la flota cuando se presente eventualidades ya que ayudará a conocer las fallas que se han presentado sobre los vehículos, los mantenimientos realizados y los tiempos que salieron de funcionamiento para su posterior reparación.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se describirá la situación actual de la gestión de mantenimiento del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, mediante registros que contienen las horas de reparación de las autobombas del sistema contra incendios de la institución y de los reglamentos que estipulan el pleno funcionamiento durante los 365 días del año de los vehículos de emergencia más representativos. Primero, se analiza la estructura organizacional de la que está conformada el Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, para conocer la situación actual de las áreas administrativas y operacionales de la institución.

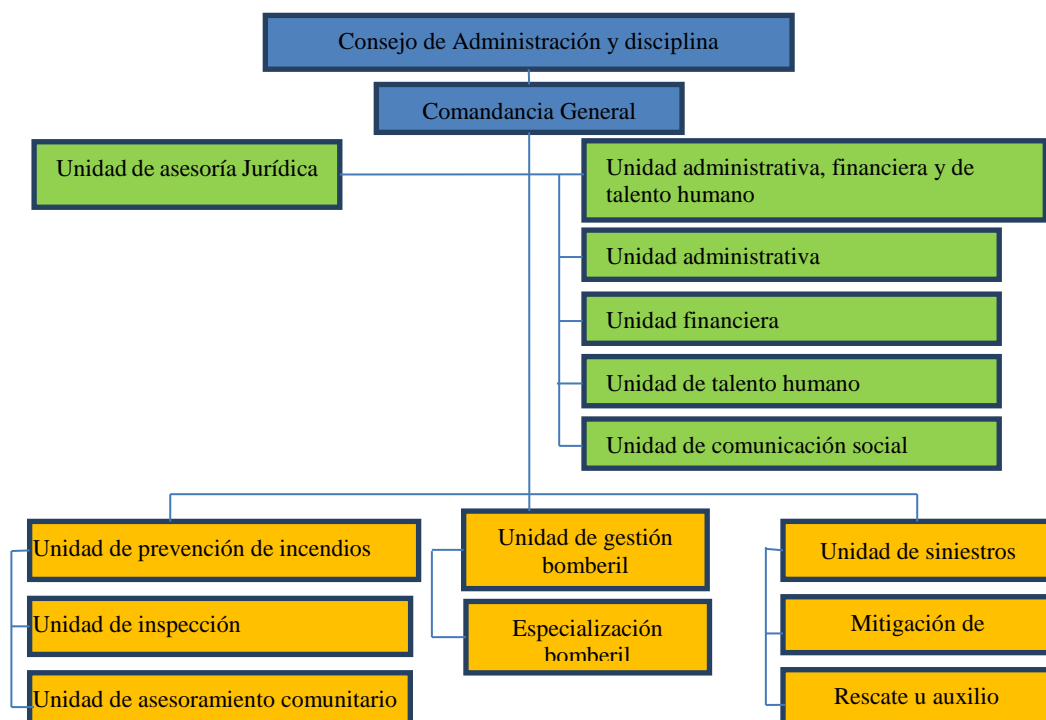


Figura 8: Estructura Orgánica del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

Fuente: (Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, 2017)

Elaborado por: El Investigador

En la Figura 8, se observa la estructura organizacional del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, está compuesta por las áreas más representativas de una institución bomberil, en la que se aprecia la carencia del departamento de mantenimiento de los vehículos de emergencia.

Actualmente, la institución bomberil al no poseer un departamento de mantenimiento, tampoco tiene una gestión de mantenimiento eficaz y oportuno. Únicamente trabajan con una reparación cuando la falla se ha presentado y ha obligado a que el vehículo de emergencia salga de operación para su arreglo, conocido como Mantenimiento Correctivo.

La gestión de mantenimiento del cuerpo de Bomberos de Shushufindi está compuesta por los siguientes recursos y procesos:

1. **Las Instalaciones:** la institución bomberil no posee con un taller equipado para los mantenimientos de las autobombas, como se aprecia en la Figura 9, por lo que se ve obligado a enviar los vehículos de emergencias a los diferentes talleres que se encuentran en la zona.



Figura 9: Instalaciones del Cuerpo de Bomberos Shushufindi

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

Elaborado por: El Investigador

La institución cuenta con un contenedor que sirve para almacenar diferentes refacciones, como se indica en las Figura 10 y Figura 11, repuestos usados de los vehículos de emergencia y varios accesorios del sistema contra incendios, pero no tiene un área dedicada exclusivamente para el área de mantenimiento de las

autobombas. Tampoco lleva un stock de repuestos para los vehículos de emergencia, debido a la falta de un plan de mantenimiento de las autobombas.



Figura 10: Contenedor para almacenamiento de varios repuestos

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

Elaborado por: El Investigador



Figura 11: Ingreso al contenedor para almacenamiento de varios repuestos

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

Elaborado por: El Investigador

Además, tiene un departamento de bodega manejado por un bombero administrativo, quien maneja el stock completo del sistema contra incendios y además de ello controla el parque automotor en general. La desventaja es que el departamento de bodega no es exclusivo para el área de mantenimiento por lo que

no pose accesorios ni tampoco recambios de las autobombas, como se ilustra en la Figura 12 y Figura 13.

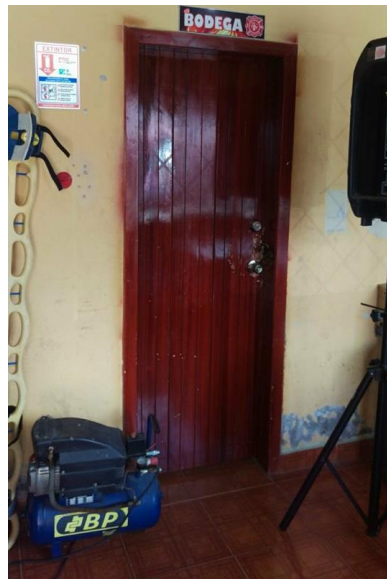


Figura 12: Bodega del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

Elaborado por: El Investigador



Figura 13: Accesorios y repuestos del Sistema Contra Incendios

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

Elaborado por: El Investigador

- 2. Personal:** En el área administrativa del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi existe 8 bomberos repartidos en las diferentes áreas de la institución, pero la escases del personal y por el recurso económico de la institución, no existe

un delegado dedicado al departamento de mantenimiento de las autobombas de la institución.

Actualmente, el encargado del parque automotor, posee diferentes actividades lo que le dificulta llevar un correcto manejo de los vehículos de emergencia y control adecuado de los futuros mantenimientos.

Algunos de los bomberos de la institución poseen poca experiencia relacionado al funcionamiento de las autobombas lo que, al presentarse alguna falla, les impide interpretarlos e informarlos a la persona correspondiente.

Algunos inconvenientes que las autobombas presentan, suceden por la poca capacitación que el personal bomberil tiene durante el funcionamiento.

3. **Documentos:** Parte de la gestión de mantenimiento son los documentos, actualmente el Cuerpo de bomberos de Shushufindi posee poca documentación de los mantenimientos de las autobombas, un incompleto registro de los mantenimientos y no tiene una bitácora exclusivamente para los vehículos de emergencia.

Parte de la documentación de mantenimiento es la planificación, tristemente no poseen un plan de mantenimiento que le permita planificar los mantenimientos futuros y llevar un registro digital óptimo y completo para tener un historial detallada de cada autobomba.

Parte de los datos extraídos fueron de registros muy incompletos como se visualiza en la Figura 14, donde solamente se anotaban, la fecha, el número de orden, el detalle y el encargado de solicitar.

	A	B	C	D	E
1	CUERPO DE BOMBEROS SHUSHUFINDI				
2	PARQUE AUTOMOTOR				
3	MERCEDES BENZ - MOVIL 01 / QEC-1021				
4					
5	FECHA	N° ORDEN	PROVEEDOR	DETALLE	PEDIDO POR
6	25/8/2015	637	LAVADORA MODERNA JACOME	LAVADA, ENGRASADA Y PULVERIZADA	ANGUASHA ENRIQUE
7	27/8/2015	701	MANTENIMIENTO EXPRESS JULIAN	CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO	ANGUASHA ENRIQUE
8	21/9/2015	643	TALLER OMAR	INSTALACIÓN DE BALIZAS UNIDADES DE EMERGENCIAS	ANGUASHA ENRIQUE
9	20/10/2015	655	LUBRICADORA GUERRON	CAMBIO DE ACEITE DE CORONA Y REVISIÓN DE CAJA DE CAMBIO	ANGUASHA ENRIQUE
10	13/11/2015	664	TALLER OMAR	MANTENIMIENTO DE MOTOR DE ARRANQUE DE LAS UNIDADES DE EMERGENCIAS	ANGUASHA ENRIQUE
11	25/11/2015	672	SERVIREPUESTOS JAKELINE	VALVULA DE BLOQUEO	ANGUASHA ENRIQUE
12	18/1/2016	686	TALLER OMAR	REVISION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL TABLERO	ANGUASHA ENRIQUE
13	21/1/2016	689	MANTENIMIENTO EXPRESS JULIAN	CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	ANGUASHA ENRIQUE
14	9/3/2016	709	TAPICERIA CHARLES	ARRREGLO DEL ASIENTO DEL COPILOTO	MOREIRA MARCO
15	18/3/2016	712	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES	MANTENIMIENTO DE FUGA DE AIRE	VELEZ SILVIA
16	12/4/2016	727	XPRINT	COLOCACION DE CINTAS REFLECTIVAS Y LOGOTIPOS DEL ECU 911	RIOS ALEJANDRO
17	23/5/2016	755	TALLER OMAR	MANTENIMIENTO Y REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO - LUCES BOMBILLAS	MOREIRA MARCO
18	31/5/2016	761	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES LY	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE- CAMBIO DE RIN DEL PULMON	ANGUASHA ENRIQUE
19	8/6/2016	769	TALLER OMAR	INSTALACION DE LUCES LED 12V	ANGUASHA ENRIQUE
20					

Figura 14: Registro del Parque Automotor del Cuerpo de Bomberos

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

Elaborado por: El Investigador

Los datos utilizados para esta investigación también fueron recogidos del área de contabilidad, mediante facturas se pudo completar y realizar una matriz completa de los mantenimientos correctivos que las autobombas han tenido durante los 16 meses de estudio, como se puede observar en la Figura 15.

La matriz fue llenada en base a la observación directa, en la propia institución se registraron los tiempos de reparación, por parte de los bomberos encargados de cada unidad que llevaron a cabo las reparaciones en las fechas establecidas en el registro que el encargado de Bodega proporcionó.

Las facturas ayudaron a verificar en los registros las fechas en las que se han realizado las reparaciones, los repuestos que se han utilizados y el tiempo en que salió de funcionamiento.

REGISTRO MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR												
ORDEN PAGO	FACTUR	ORDE	PARTIDA AFECTA	BENEFICIARIO	VALOR	FECHA	CANT	DETALLE	MOBIL	TIEMPO DE REPARACIÓN/MANTENIMIENTO	PEDIR POR	
				CUERPO DE BOMBEROS SHUSHUFINDI								
				REGISTRO MANTENIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR								
12	NA	686	Actividad realizada	NA	TALLER OMAR	NA	18/1/2016	1	REVISION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL TABLERO	BRAVO 1	ANGUASH A ENRIQUE	
13	NA	NA	Orden de trabajo	NA	CUERPO BOMBEROS SHUSHUFINDI	NA	18/1/2016	NA	Llevar a cabo la reparación del tablero, por desperfectos en los indicadores del tablero por la que solicito autorice a quien corresponda el respectivo mantenimiento	BRAVO 1	ANGUASH A ENRIQUE	
14	NA	NA	Orden de trabajo	NA	CUERPO BOMBEROS SHUSHUFINDI	NA	18/1/2016	3	focos lagrimas	BRAVO 1	NA	
15	NA	NA	Orden de trabajo	NA	CUERPO BOMBEROS SHUSHUFINDI	NA	18/1/2016	1	trabajo del arreglo del tablero	BRAVO 1	NA	
16	NA	NA	Orden de trabajo		CUERPO BOMBEROS SHUSHUFINDI	NA	18/1/2016	NA	Solicito el cambio de la manguera de 3/4 el mismo que se encuentra deteriorado	BRAVO 2	ALEJANDRO RIOS	
17	NA	NA	Orden de trabajo	NA	CUERPO BOMBEROS SHUSHUFINDI	NA	20/1/2016	NA	Cambiar el aceite del vehiculo, urgentemente, realizar el cambio necesario	BRAVO 1	ANGUASH A ENRIQUE	
19	NA	689	Actividad realizada	NA	MANTENIMIENTO EXPRESS JULIAN	NA	21/1/2016	1	CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	BRAVO 1	ANGUASH A ENRIQUE	
20	NA	NA	Orden de trabajo		CUERPO BOMBEROS SHUSHUFINDI	NA	26/1/2016	NA	Se solicita el mantenimiento del sistema de la bomba del vehiculo Hyundai, debido que no se acopla, cambiar electroválvulas y mantenimiento de bomba centrifuga	BRAVO 2	ENRIQUE ANGUASH A	
30	5369	4049	Actividad realizada	530405	Mantenimiento Expres Julian	83,93	23/2/2016	1	mantenimientos preventivos y correctivos	BRAVO 1	NA	
32	5369	4049	Actividad realizada	530405	Mantenimiento Expres Julian	45,54	23/2/2016	NA	mantenimientos preventivos y correctivos	BRAVO 2	NA	
35	5369	4049	Actividad realizada	530405	Mantenimiento Expres Julian	23,20	23/2/2016	4	Litros de aceite 20w50	BRAVO 1	NA	
36	5369	4049	Actividad realizada	530405	Mantenimiento Expres Julian	5,36	23/2/2016	1	Litro de aceite 2T	BRAVO 1	NA	
37	5369	4049	Actividad realizada	530405	Mantenimiento Expres Julian	1,79	23/2/2016	1	Agua de Bateria	BRAVO 1	NA	
38	5369	4049	Actividad realizada	530405	Mantenimiento Expres Julian	8,58	23/2/2016	2	Litros de diluyente	BRAVO 1	NA	
39	5369	4049	Actividad realizada	530405	Mantenimiento Exores Julian	2,13	23/2/2016	1	Medio Litro de diluyente	BRAVO 1	NA	

Figura 15: Matriz completa realizada durante el estudio

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

Elaborado por: El Investigador

4. **Proceso:** actualmente, la gestión de Mantenimiento que posee el Cuerpo de Bomberos de Shushufindi carece de una planificación, lo que genera pérdida de tiempo cuando el vehículo se dirige a un taller de reparación y que no se cuenta con una programación de que detalle la fecha, el taller, el tiempo que va a salir de operación, el stock, entre otros.

Cuando una autobomba se encuentra con alguna falla automotriz o un problema en el sistema contra incendios que posee, el bombero de turno informa mediante una orden de trabajo como se ve en la Figura 16, en el que detalla los problemas que tiene la autobomba.

 **CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI**

FECHA DE CARGO PARA CARGO ASUNTO

: 28/07/2016
: BRO. (B) MARCO MOREIRA
: BRO. OPERADOR DEL TURNO N: 1
: SR. TCRNL. (B) JOHN MORENO
: JEFE DEL CUERPO DE BOMBEROS DE SSFD
: AJUSTE DE LOS TUBOS DE LA PLATAFORMA Y LA VENTOLERA DEL LADO IZQUIERDO DEL MOVIL 1

El presente tiene como finalidad de informarle, que el vehículo movil 1 tiene la novedad que los tubos de la plataforma se encuentran flojos, ya que los pernos que tiene se encuentran deteriorados por el tiempo de uso y la Ventolera del lado izquierdo se encuentra deteriorado la base que lo sujeta.

Solicitó de manera urgente emitir la orden a quien corresponda para realizar el cambio de pernos y la base de la Ventolera antes mencionada.

RECOMENDACIÓN: Realizar los cambios mencionados en el taller autorizado, ya que son vehículos emergentes por lo cual debe estar en óptimas condiciones.

Es todo en cuanto puedo decir en honor a la verdad.

Adjunto fotos:



Figura 16: Orden de Trabajo

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

Elaborado por: El Investigador

El encargado de bodega envía la orden de trabajo a el área de contabilidad quien se encarga de gestionar con el taller a donde se va a dirigir el vehículo. Cuando el vehículo abandona la institución bomberil, el bombero operativo llama al ECU-911 para informarle de que la autobomba presenta fallas que le impide estar operativo durante las futuras emergencias que se lleguen a suscitar.

El objetivo de informarle al ECU-911 es cuando la sociedad requiera de los servicios del Cuerpo de Bomberos, el ECU-911 no tenga en consideración el vehículo de emergencia que se encuentra en mantenimiento, evitando perder tiempo y generar algún suceso negativo. Después de describir el estado actual de la gestión de mantenimiento que posee el Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, se presentan los datos obtenidos en los 16 meses de estudio. Este tiempo se debe a la falta de un plan de mantenimiento que actualmente no posee, los registros obtenidos del área de bodega refleja la falta de un personal y de un plan encargados de registrar todas las actividades derivadas de los mantenimientos correctivos de las autobombas de la institución bomberil.

Autobombas del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

El cuerpo de Bomberos de Shushufindi está compuesta por dos autobombas, mostrados en la Tabla 8 a continuación:

Tabla 8: Autobombas del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

ITEM	VEHICULO	DENOMINACIÓN	DETALLE	FOTO
1	AUTOBOMBA MERCEDEZ BENZ BRASIL	BRAVO 1	<p>Marca: Mercedes Benz Modelo: L 1620-45 Color: Rojo Año de fabricación: 1998 Placa: QEC-1023</p>	
2	AUTOBOMBA HYUNDAI	BRAVO 2	<p>Marca: Hyundai Modelo: HD 170 MOTOBOMBA Color: Rojo Año de fabricación: 2008 Placa: KEI-1541</p>	

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Número de fallos y costos de las autobombas

Después de detallar los vehículos de emergencia, el siguiente paso es determinar las fallas y los precios que se han presentado en los 16 meses de estudio desde enero de 2016 hasta abril de 2017.

En la Tabla 9 se muestra la autobomba, el número de fallos que han surgido durante su operación, los costos de los mantenimientos correctivos y que ha generado que salga fuera de funcionamiento.

Tabla 9: Fallas y costo de las fallas de las Autobombas

ITEM	VEHICULO	DENOMINACIÓN	PLACA	Nº FALLAS	VALOR \$
1	AUTOBOMBA MERCEDEZ BENZ BRASIL	BRAVO 1	QEC-1023	20	\$ 10.397,47
2	AUTOBOMBA HYUNDAI	BRAVO 2	KEI-1541	18	\$ 6.192,40

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Las fallas que se presentan en la Tabla 9 es la sumatoria de fallas que se presentaron en los 16 meses de estudio. En la Figura 17 se puede visualizar mejor demostrando que la Autobomba “BRAVO 1” presenta un valor muy elevado de fallas con un total de 20 fallas durante los 16 meses. Mientras que la Autobomba “BRAVO 2” presento un valor de 18 fallas durante los meses de estudio.

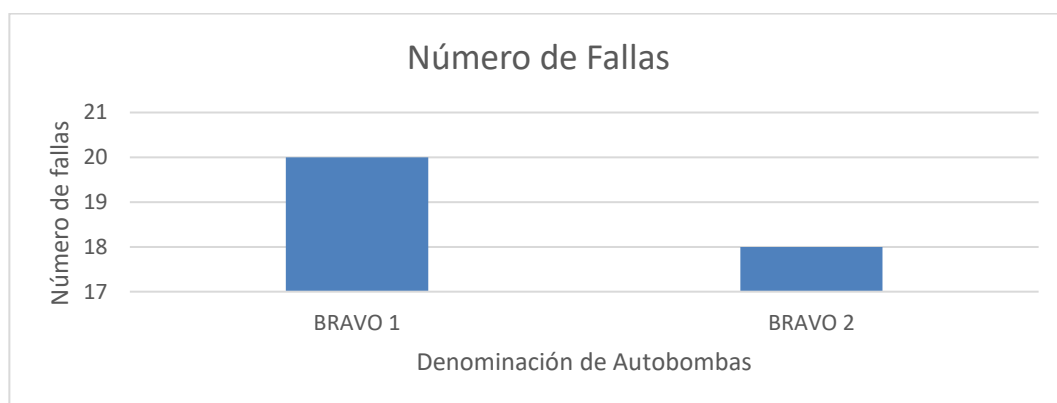


Figura 17: Números de Fallas de las 2 Autobombas

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En algunos meses no se ha evidenciado la presencia de fallas, esto se debe por una parte la falta de registro de los inconvenientes que presenta las autobombas por lo cual no se pudo generar una buena fuente de información. Por otro lado, hay meses donde no existe información porque ninguna autobomba ha requerido algún mantenimiento.

Tipos de Fallas

Los Tipos de fallas de las autobombas del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi fueron definidos por dos aspectos:

1. El personal mecánico de uno de los talleres que realiza los mantenimientos, reparaciones y corrección de las autobombas, ha definido la categoría que se muestra en la Tabla 10 , a razón de que estos son los problemas más comunes que se han evidenciado en las autobombas y agrupa las fallas en los siguientes tipos: Mecánicos, Eléctricos, Mantenimientos Preventivos y otros.
2. La poca información a causa de la falta de un plan de mantenimiento que permita registrar detalladamente y de forma continua todas las fallas y problemas que se presentan en las Autobombas del Cuerpo de Bomberos.

Tabla 10: Cuadro de los tipos de Fallas de las Autobombas

Tipos de fallas	Números de fallas BRAVO 1	Números de fallas BRAVO 2
Sistemas Mecánicos	5	7
Sistemas Eléctricos	4	5
Mantenimiento preventivos	5	2
Otros	6	4
TOTAL	20	18

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Tabla 11 se muestra las diferentes fallas que se han presentado en los 16 meses de estudio para la autobomba BRAVO 1, estas fallas son las que se han

obtenido en los registros, ordenes de trabajo y facturas. Durante este periodo se presentaron 20 fallas en el camión de bomberos.

Tabla 11: Fallas de la autobomba BRAVO 1

BRAVO 1			
Tipos de fallas	Números de fallas BRAVO 1	Fallas	
Mecánicos	5	1	Fuga de aire del pulmón de aire
		2	Fuga en conectores de manguera del pulmón acumulador
		1	Problemas en el filtro de aceite
		1	Problemas en el pistón, chaqueta y biela
Eléctricos	4	1	Falla el sistema eléctrico
		1	Problemas con el sistema eléctrico de la radio FM
		2	Fallo de las luces
Mantenimiento preventivos	5	5	Cambio de aceite
Otros	6	1	Asiento de conductor dañado
		1	Tablero de la cabina con problemas
		1	Falta de cintas reflectivas
		1	Problemas en el chasis
		2	Plumas deterioradas, ventolera dañada
TOTAL	20	20	

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Tabla 12 se muestra las diferentes fallas que se han presentado en los 16 meses de estudio para la autobomba BRAVO 2, estas fallas son las que se han obtenido en los registros, ordenes de trabajo y facturas, en un total de 18 fallas se han presentado durante este periodo.

Tabla 12: Fallas de la autobomba BRAVO 2

BRAVO 2			
Tipos de fallas	Números de fallas BRAVO 2	Fallas	
Mecánicos	7	1	Problemas en el motor
		2	Falta de presión en la bomba, fuga agua y aceite. Sensores de control dañados
		1	Problemas de atascamiento en el actuador de las válvulas de control
		1	Problemas con el embrague
		1	Fugas de aire por mangueras deterioradas
		1	Problemas en el freno
Eléctricos	5	2	Problemas eléctricos en la radio FM y altavoz
		1	Falta de iluminación externa
		1	Falla de la luz testigo de freno
		1	Problemas eléctricos en la cabina
Mantenimiento preventivos	2	2	Cambio de aceite
Otros	4	1	Falta de cintas reflectivas
		2	Problemas de chasis
		1	Llantas deterioradas
TOTAL	18	18	

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Análisis modal de fallos y efecto A.M.F.E.

Según (Belloví, Ramos, & Mata, 2004) menciona: “Esta herramienta es una de las tradicionales empleadas en el ámbito de la calidad para la identificación y análisis de potenciales desviaciones de funcionamiento o fallos, preferentemente en la fase de diseño”.

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.

Fallo o Modo de fallo

Según (Belloví, Ramos, & Mata, 2004) establece como una pieza o elemento puede fallar de manera significativa afectando el proceso o el proyecto del sistema y repercutiendo en el cumplimiento de los requisitos del cliente. Solo deben ser considerados como fallos técnicos, no se debe considerar a los errores humanos.

Efecto del fallo

Como menciona (Belloví, Ramos, & Mata, 2004) el 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 como la importancia del efecto del modo de fallo que repercute sobre el cliente. 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 en la Tabla 13.

Tabla 13: Clasificación de la gravedad del modo fallo

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

Fuente: (Belloví, Ramos, & Mata, 2004)

Elaborado por: El Investigador

Frecuencia

Se considera como la posibilidad de que la causa del fallo ocurra y que genere al modo de fallo. Se evalúa en una escala de 1 a 10, siendo 1 muy baja y 10 muy alta, como se evidencia en la Tabla 14 (Belloví, Ramos, & Mata, 2004).

Tabla 14: Clasificación de la frecuencia de ocurrencia del modo de fallo

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

Fuente: (Belloví, Ramos, & Mata, 2004)

Elaborado por: El Investigador

Detectabilidad

Es la forma con la que el usuario aprecia la falla con el objetivo de prevenir 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 15 (Belloví, Ramos, & Mata, 2004).

Tabla 15: Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo

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

Fuente: (Belloví, Ramos, & Mata, 2004)

Elaborado por: El Investigador

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Es un índice que 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.

Descripción del método

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

1. 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.
2. Se coloca las maquinas o activos de los que están compuestos el proceso o proyecto.
3. Se colocan los potenciales fallos que se han presentado en el tiempo determinado.
4. Dependiendo las fallas, se coloca el modo de fallo, el efecto que produce el fallo y las causas que produjeron que exista el fallo.
5. 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.
6. Se realiza una multiplicación de los 3 factores para calcular el índice de prioridad de riesgo.

Tabla 16: Análisis modal de fallos y efecto actual.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTO									
AMFE de proyectos	X		AMFE de proceso		Denominación del componente / parte del proceso: Autobombas de contra incendios				
Nombre y DPTO. de los participantes Y/O proveedor:				Departamento de Mantenimiento			Coordinador:		
Operación o función	Fallo N°	Fallos Potenciales			Estado actual				
		Modo de fallo	Efecto	Causa del modo de fallo	Medidas de ensayo y control previstas	F	G	D	IPR
BRAVO 1	1.1	Fuga de aire del pulmón de aire	Falla el sistema freno y embrague	Roturas de mangueras	Ninguna	4	7	3	84
	1.2	Fuga en conectores de manguera del pulmón acumulador	Falla el sistema freno y embrague	Deterioro de la manguera y conector	Ninguna	5	6	3	90
	1.3	Disminución presión de aceite	Aceite con impurezas y desgaste de partes internas	Problemas en el filtro de aceite	Ninguna	2	4	7	56
	1.4	Problemas en el funcionamiento del motor	Disminución de la eficiencia del motor	Problemas en el pistón, chaqueta y biela	Ninguna	4	8	3	96
	1.5	Falla el sistema eléctrico	Falla de funcionamiento en el sistema eléctrico de la cabina	Cables en mal estado	Ninguna	6	4	3	72
	1.6	Problemas con el sistema eléctrico de la radio FM	Mal funcionamiento de los accesorios electrónicos	Cables en mal estado	Ninguna	5	3	3	45
	1.7	Falta de iluminación	Fallo de las luces	Problemas en las bombillas y base	Ninguna	5	2	3	30

Tabla 16: Continuación

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTO									
AMFE de proyectos	X	AMFE de proceso		Denominación del componente / parte del proceso: Autobombas de contra incendios					
Nombre y DPTO. de los participantes Y/O proveedor:				Departamento de Mantenimiento					
Operación o función	Fallo N°	Fallos Potenciales			Estado actual				
		Modo de fallo	Efecto	Causa del modo de fallo	Medidas de ensayo y control previstas	F	G	D	IPR
BRAVO 1	1.8	Asiento de conductor dañado	Inseguridad en el asiento	Estructura en mal estado	Ninguna	1	3	5	15
	1.9	Tablero de la cabina con problemas	Poca visualización y accesorios flojos	Deterioro y uso del tablero	Ninguna	1	3	4	12
	1.10	Falta de cintas reflectivas	Señalización deficiente	No poseía señalización	Ninguna	1	1	4	4
	1.11	Problemas en el chasis	Partes flojos del chasis	Deterioro del chasis	Ninguna	3	5	5	75
	1.12	Fugas de agua y baja eficiencia	Disminución de presión y caudal	Sellos mecánicos deteriorados	Ninguna	9	9	1	81
BRAVO 2	2.1	Problemas en el motor	Baja eficiencia del motor	Filtros combustibles obstruidos, válvulas de admisión, problemas del turbo cargador y escape	Ninguna	4	8	3	96
	2.2	Fuga de agua y aceite de la bomba Morita Sensores de control dañados	Falta de presión en la bomba	Sellos mecánicos deteriorados	Ninguna	9	9	1	81
	2.3	Problemas de atascamiento en el actuador de las válvulas de control del sistema contra incendios	No se abre la válvula de agua en caso de emergencia	Daños en el actuador	Ninguna	2	7	4	56
	2.4	Problemas con el embrague	Problemas de funcionamiento	Mal manejo y tiempo de uso	Ninguna	3	6	2	36
	2.5	Fugas de aire por mangueras	Pérdida de aire para embrague, dirección y freno	Mangueras deterioradas o rotas	Ninguna	3	7		21

Tabla 16: Continuación

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTO									
AMFE de proyectos	X		AMFE de proceso		Denominación del componente / parte del proceso: Autobombas de contra incendios				
Nombre y DPTO. de los participantes Y/O proveedor:					Coordinador:				
Departamento de Mantenimiento									
Operación o función	Fallo N°	Fallos Potenciales			Estado actual				
		Modo de fallo	Efecto	Causa del modo de fallo	Medidas de ensayo y control previstas	F	G	D	IPR
BRAVO 2	2.6	Problemas en el freno	Mal funcionamiento del vehículo	Desgaste de zapatas y mala regulación	Ninguna	2	5	4	40
	2.7	Problemas eléctricos en la radio FM y altavoz	Mal funcionamiento de los accesorios electrónicos	Cables en mal estado o sueltos	Ninguna	5	3	3	45
	2.8	Problemas de iluminación externa	Falta de iluminación	Escases de luces	Ninguna	3	2	3	18
	2.9	Falla de la luz testigo de freno	Poca iluminación y poca seguridad de conducción	Bobilla desgastada	Ninguna	1	2	4	8
	2.10	Problemas eléctricos en la cabina	Mal funcionamiento de los accesorios electrónicos	Cables en mal estado	Ninguna	3	2	3	18
	2.11	Falta de cintas reflectivas	Señalización deficiente	No poseía señalización	Ninguna	1	1	4	4
	2.12	Problemas de chasis	Partes flojos del chasis	falta de limpieza, mantenimiento, etc.	Ninguna	4	3	5	60
	2.13	Llantas deterioradas	Poca seguridad en conducción	Deterioro por uso	Ninguna	2	5	3	30

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Resultado: Después del análisis del AMFE realizado a las fallas que se presentaron en las autobombas BRAVO 1 y BRAVO 2, no se obtuvo un IPR mayor de 100, en el cual las fallas existentes durante el periodo de estudio no generan un riesgo considerable sobre las autobombas, pero estas fallas deben ser tratadas y resueltas mediante un mantenimiento preventivo para evitar que el IPR supere el valor límite

Diagrama de Pareto: Método ABC

Esta metodología permite graficar en una curva de Pareto de las máquinas críticas que merecen un tipo de mantenimiento diferente. Mediante una tabla que permite colocar las filas a las máquinas bajo estudio y en la columna se colocan: los fallos y los costos de cada fallo (Martínez, Martínez, & González, 1999).

- **Zona A:** En esta zona se considera que el 20% de los fallos de las máquinas representan el 80% de los costos, por tal motivo se considera la zona A.
- **Zona B:** En esta zona se considera que el 30% de los fallos representan un incremento del 15% de los costos.
- **Zona C:** En la última zona se considera que el 50% de los fallos sobrantes representan un incremento de un 5% de los costos totales.

En la Tabla 17 se representan las 2 autobombas que van a ser estudiadas bajo esta metodología, se puede apreciar el número de fallas que tuvo la autobomba durante los 16 meses con su respectivo costo.

Tabla 17: Diagrama de Pareto: Curva ABC

Nº	AUTOBOMBA	VALOR \$	COSTO ACUMULADO \$	COSTO ACUMULADO %	Nº FALLA	FALLO ACUMULADO	FALLO ACUMULADO %
1	BRAVO 1	10.397,47	\$ 10.397,47	62,67%	20	20	52,63%
2	BRAVO 2	6.192,40	\$ 16.589,87	100,00%	18	38	100,00%
		16.589,87			38		

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

La Tabla 17 está conformada por columnas donde se colocan los costos acumulados, costos acumulados en porcentaje, el número de fallas, los fallos acumulados y los fallos acumulados en porcentaje. Mientras que en las filas se colocan las dos autobombas: “BRAVO 1” y “BRAVO 2”. Después se dispone a realizar el diagrama de Pareto, en donde se grafica las fallas acumuladas sobre los costos acumulados.

Si la tendencia de la curva es recta esto significa que todos los equipos son críticos y pertenece a la Zona A requiriendo un Mantenimiento preventivo. A continuación, se muestra la Curva Típica ABC.

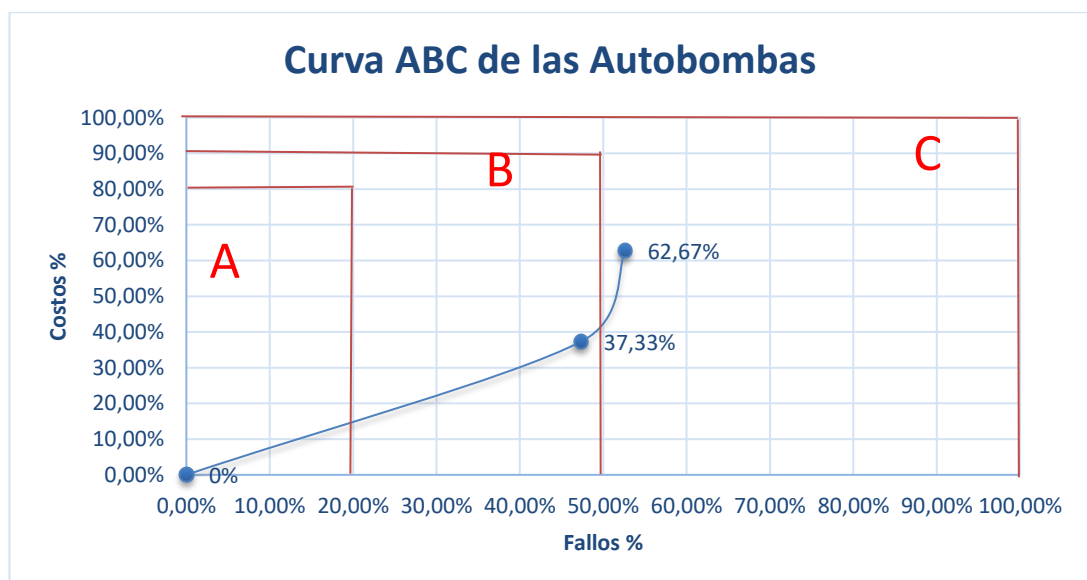


Figura 18: Curva Típica ABC de las Autobombas del Cuerpo de Bomberos

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Figura 18 se puede apreciar la curva que se derivó de los cálculos de la Tabla 17, en donde se realiza el siguiente análisis:

- **En la Zona A:** no se encuentra ningún costo acumulado por lo que se concluye que ninguna de las 2 autobombas requiere de un mantenimiento predictivo o un mantenimiento preventivo sistematizado que demanda de un seguimiento permanente.

- **En la Zona B:** se encuentra el costo acumulado de la autobomba BRAVO 2, donde el 47,37% de los fallos representan el 37,33% de los costos por lo cual se concederá un mantenimiento Preventivo.
- **En la Zona C:** En esta zona también se encuentra la autobomba BRAVO 1, con un 52,63% de las fallas representan el 62,67% de los costos de las fallas considerándolo como un Mantenimiento Preventivo programado En esta zona demanda de un mantenimiento programado donde no requiere de un stock de repuestos.

Diagrama de Pareto: tipos de fallas

El diagrama de Pareto es una de las siete herramientas de calidad que permite graficar los problemas más importantes a través de Pareto (los pocos vitales, muchos triviales) y define “Que el 20% de las causas genera un 80% de los problemas”. En esta gráfica se pretende dar prioridades a un conjunto de factores que perjudican a un problema, esto se realiza mediante un gráfico, usando datos de manera decreciente los aspectos que poseen un peso mayor (Gonzales, 2012).

Esta gráfica ayuda a la toma de decisiones al momento de conocer las causas que tendrá un proyecto y además podrá determinar los gastos que se presentará si el problema es muy significativo.

Se utilizó el diagrama de Pareto en este proyecto de titulación para analizar cuál es el 20% de las fallas de los vehículos de emergencia de la Tabla 18 que ocasiona el 80% de los costos de las fallas, en el periodo de estudio.

Diagrama de Pareto de la Autobomba “BRAVO 1”

Tabla 18: Tabla de costos acumulados y fallos acumulados de la Autobomba BRAVO 1

BRAVO 1						
Fallas	Números de fallas	Costo total (\$)	Costo acumulado (\$)	Costo acumulado (%)	Fallo acumulado	Fallos acumulados (%)
Sistema Mecánicos	5	8.778,09	8.778,09	84,43%	5	25,00%
Mantenimiento preventivo	5	641,90	9.419,99	90,60%	10	50,00%
Otros	6	518,87	9.938,86	95,59%	16	80,00%
Sistema eléctrico	4	458,62	10.397,47	100,00%	20	100,00%

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Tabla 18 se puede apreciar los costos acumulados de los tipos de fallas y los fallos acumulados de la autobomba BRAVO 1, para mejorar la interpretación de la tabla se grafica la Figura 19 para su análisis por zonas.

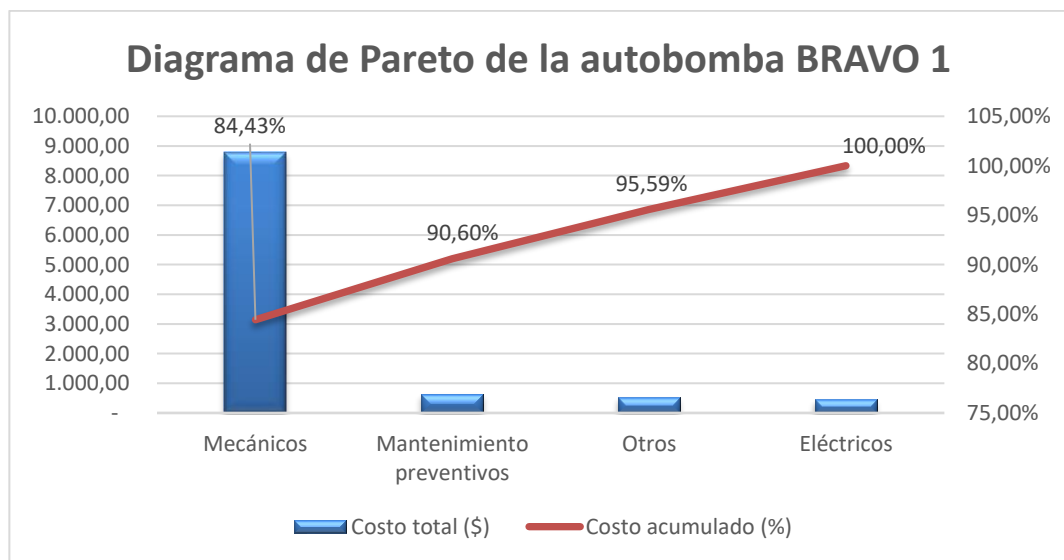


Figura 19: Gráfica de Pareto de la Autobomba BRAVO 1

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Figura 19 se puede observar que el 84,43% de las fallas son del sistema mecánico y que el 6,17% son derivados de los mantenimientos preventivos, al no

considerarse como fallas, se tomará a los Otros y al Sistema eléctrico como las fallas más representativas que se han presentado en el BRAVO 1. Con este diagrama se concluye que los costos más altos son causados por el sistema mecánico y que todos los esfuerzos se deben concentrarse en ese tipo de falla. Además, esto ayudará al desarrollo del plan de mantenimiento.

Diagrama de Pareto de la Autobomba “BRAVO 2”

Tabla 19: Tabla de costos acumulados y fallos acumulados de la Autobomba BRAVO 2

BRAVO 2						
Tipos de fallas	Números de fallas	Costo total (\$)	Costo acumulado (\$)	Costo acumulado (%)	Fallos acumulado	Fallos acumulado (%)
Sistema Mecánicos	7	4.825,24	4.825,24	77,92%	7	38,89%
Otros	4	8255,63	5.650,87	91,25%	11	61,11%
Sistema Eléctricos	5	404,63	6.055,50	97,79%	16	88,89%
Mantenimiento preventivos	2	136,90	6.192,40	100,00%	18	100,00%

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Tabla 19 se muestran los costos en dólares y los costos acumulados en porcentaje de los tipos de fallos de la Autobomba de primera respuesta “Bravo 2”, para mejorar la interpretación de la tabla se grafica la Figura 20 para su análisis por zonas y comprender cuales son las fallas que más necesitan mayor atención.

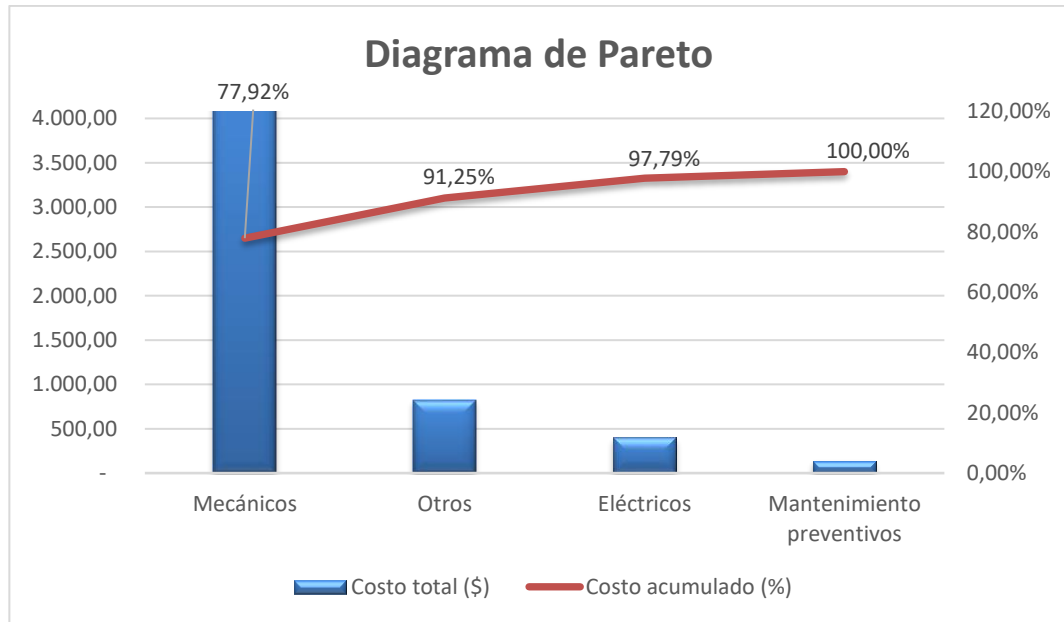


Figura 20: Gráfica de Pareto de la Autobomba BRAVO 2

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Figura 20 se observa que el 77,92% de las fallas son por sistema mecánico y que el 13,33% de las fallas son por otros, en los cuales se consideran las fallas mostradas en el AMFE. El porcentaje acumulado del sistema mecánico y de otros es de 91.25%. Concluyendo, que las mejoras que pueden tener los mantenimientos en el BRAVO 2 es dirigir todos los recursos hacia las fallas mecánicas para minimizar las horas paradas y permitirá considerarlos en el plan de mantenimiento. La grafica determina el 80% de los costos para poder analizarlos y reducir los costos de reparación.

Indicadores de Mantenimiento: Disponibilidad

Para el cálculo del Indicador de disponibilidad, se implementará en una hoja de Excel las fórmulas escritas con anterioridad en este documento: ecuación de disponibilidad, ecuación de MTTR y ecuación de MTBF.

Estos indicadores podrán reflejar en porcentaje la disponibilidad por cada mes de las dos autobombas “BRAVO 1” y “BRAVO 2”. Para ello se tomará en cuenta las fallas que se han suscitado en cada mes para realizar los cálculos.

Indicador de disponibilidad para la autobomba BRAVO 1

En la Tabla 20 se muestra los cálculos realizados en los 16 meses que se realizó el estudio, para ello se obtuvieron datos de los historiales de mantenimiento. Toca resaltar que los historiales no están completos por diversos factores que impidieron registrar toda la información necesaria.

Para calcular MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas) es necesario conocer la frecuencia en horas con que suceden las averías. Esto se calcula entre la diferencia de las horas totales que tiene el mes de estudio y las horas de paro de la autobomba BRAVO 1 a continuación, se muestra la operación matemática:

MES	Horas de funcionamiento de cada mes (horas)	Horas de paro (horas)	Frecuencia de las averías (horas)
Enero 2016:	744	3,50	$F = 744 - 3,50 = 740,50$ h
Febrero 2016:	696	9,00	$F = 696 - 9,00 = 687$ h
Marzo 2016:	744	5,00	$F = 744 - 5,00 = 739,00$ h
Abril 2016:	720	4,50	$F = 720 - 4,50 = 715,50$ h
Mayo 2016	744	5,33	$F = 744 - 5,33 = 738,67$ h
Junio 2016	720	10,50	$F = 720 - 10,50 = 709,50$ h
Julio 2016	744	0,00	$F = 744 - 0,00 = 744,00$ h
Agosto 2016:	744	3,30	$F = 744 - 3,30 = 740,70$ h
Septiembre 2016:	720	0,00	$F = 720 - 0,00 = 720,00$ h
Octubre 2016:	744	0,42	$F = 744 - 0,42 = 743,58$ h
Noviembre 2016:	720	1,00	$F = 720 - 1,00 = 719,00$ h
Diciembre 2016:	744	360,00	$F = 744 - 360,00 = 384,00$ h
Enero 2017:	744	0,00	$F = 744 - 0,00 = 744,00$ h
Febrero 2017:	672	0,00	$F = 672 - 0,00 = 672,00$ h
Marzo 2017:	744	0,75	$F = 744 - 0,75 = 743,25$ h
Abril 2017:	720	5,00	$F = 720 - 5,00 = 715,00$ h

La Tabla 20 se puede notar los cálculos de MTBF y MTTR que son utilizados para en la formula (1) para realizar el cálculo de disponibilidad y obtener el porcentaje de funcionamiento de la unidad Bravo 1.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \times 100 \quad (1)$$

Siendo MTBF: Tiempo Medio Entre Fallas y MTTR: Tiempo Medio de Reparación, a continuación, se realiza el cálculo de la disponibilidad:

	$MTBF = \frac{\text{Frecuencia averías}}{\# \text{ fallas}}$	$MTTR = \frac{\text{Horas paro}}{\# \text{ fallas}}$	$D = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF} \times 100$
1:	$MTBF = \frac{740,50}{2} = 370,25$	$MTTR = \frac{3,50}{2} = 1,75$	$D = \frac{370,25}{370,25 + 1,75} \times 100 = 99,53\%$
2:	$MTBF = \frac{687,00}{1} = 687,00$	$MTTR = \frac{9,00}{1} = 9,00$	$D = \frac{687,00}{687,00 + 9,00} \times 100 = 98,71\%$
3:	$MTBF = \frac{739,00}{2} = 369,50$	$MTTR = \frac{5,00}{2} = 2,50$	$D = \frac{369,50}{369,50 + 2,50} \times 100 = 99,33\%$
4:	$MTBF = \frac{715,50}{3} = 238,50$	$MTTR = \frac{4,50}{3} = 1,50$	$D = \frac{238,50}{238,50 + 1,50} \times 100 = 99,38\%$
5:	$MTBF = \frac{738,67}{2} = 369,33$	$MTTR = \frac{5,33}{2} = 2,67$	$D = \frac{369,33}{369,33 + 2,67} \times 100 = 99,28\%$
6:	$MTBF = \frac{709,50}{3} = 236,50$	$MTTR = \frac{10,50}{3} = 3,50$	$D = \frac{236,50}{236,50 + 3,50} \times 100 = 98,54\%$
7:	<i>Disponibilidad = 100%</i>		
8:	$MTBF = \frac{740,70}{2} = 370,35$	$MTTR = \frac{3,30}{2} = 1,65$	$D = \frac{370,35}{370,35 + 1,65} \times 100 = 99,56\%$
9:	<i>Disponibilidad = 100%</i>		
10:	$MTBF = \frac{743,58}{1} = 743,58$	$MTTR = \frac{0,42}{1} = 0,42$	$D = \frac{743,58}{743,58 + 0,42} \times 100 = 99,94\%$
11:	$MTBF = \frac{719,00}{1} = 719,00$	$MTTR = \frac{1,00}{1} = 1,00$	$D = \frac{719,00}{719,00 + 1,00} \times 100 = 99,86\%$
12:	$MTBF = \frac{384,00}{1} = 384,0$	$MTTR = \frac{360,0}{1} = 360,0$	$D = \frac{384,0}{384,0 + 360,0} \times 100 = 51,61\%$

13: *Disponibilidad = 100%*

14: *Disponibilidad = 100%*

15: $MTBF = \frac{743,25}{1} = 743,25$ $MTTR = \frac{0,75}{1} = 0,75$ $D = \frac{743,25}{743,25 + 0,75} \times 100 = 99,90\%$

16: $MTBF = \frac{715,00}{1} = 715,00$ $MTTR = \frac{5,00}{1} = 5,00$ $D = \frac{715,00}{715,00 + 5,00} \times 100 = 99,31\%$

Los registros no están completos, por eso se aprecia que existe un numero de fallas muy reducidos y en ocasiones hay 4 meses (julio 2016, septiembre 2016, enero 2017 y febrero 2017) en los que no ha existido un registro de las fallas de la Autobomba. Esto se generó por los siguientes factores:

- La falta de un plan de mantenimiento
- La falta de un personal encargado del área de mantenimiento de las Autobombas
- Documentos más detallados que permita conocer todos los detalles de las fallas y de las reparaciones que se le han practicado.

Tabla 20: Indicador de Disponibilidad de la Autobomba BRAVO 1

	Período	Horas de Paro por fallas	Frecuencia de las averías	FALLAS	MTBF (horas)	MTTR (horas)	Indicador de Disponibilidad
1	enero 2016	3,50	740,50	2	370,25	1,75	99,53%
2	febrero 2016	9,00	687,00	1	687,00	9,00	98,71%
3	marzo 2016	5,00	739,00	2	369,50	2,50	99,33%
4	abril 2016	4,50	715,50	3	238,50	1,50	99,38%
5	mayo 2016	5,33	738,67	2	369,33	2,67	99,28%
6	junio 2016	10,50	709,50	3	236,50	3,50	98,54%
7	julio 2016	0,00	744,00	0	0,00	0,00	100,00%
8	agosto 2016	3,30	740,70	2	370,35	1,65	99,56%
9	septiembre 2016	0,00	720,00	0	0,00	0,00	100,00%
10	octubre 2016	0,42	743,58	1	743,58	0,42	99,94%
11	noviembre 2016	1,00	719,00	1	719,00	1,00	99,86%
12	diciembre 2016	360,00	384,00	1	384,00	360,00	51,61%
13	enero 2017	0,00	744,00	0	0,00	0,00	100,00%
14	febrero 2017	0,00	672,00	0	0,00	0,00	100,00%
15	marzo 2017	0,75	743,25	1	743,25	0,75	99,90%
16	abril 2017	5,00	715,00	1	715,00	5,00	99,31%

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

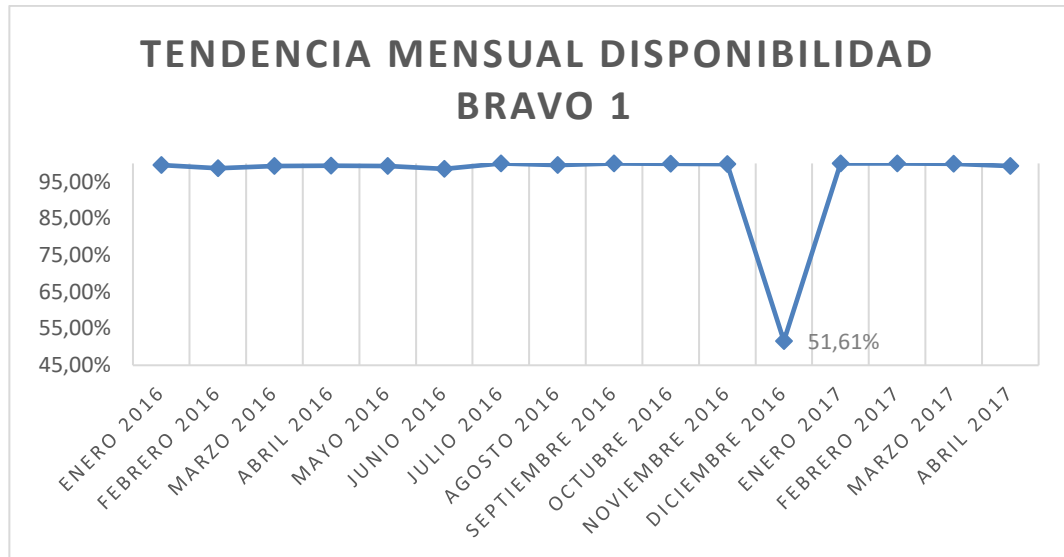


Figura 21: Tendencia de la Disponibilidad de la Autobomba BRAVO 1

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Figura 21 se puede visualizar la tendencia del indicador de disponibilidad, mostrando un pico en el mes de diciembre 2016, en el cual obtiene un 51.61% de disponibilidad llegando a ser el mes con mayor ausentismo de la Autobomba BRAVO 1 por fallas que afecto su funcionalidad. Este porcentaje se presenta por que el MTBF no es muy elevado en comparación con el MTTR. En los siguientes meses se puede evidenciar porcentajes altos llegando a alcanzar el 100% de disponibilidad. Esto se debe por 2 aspectos:

- En algunos meses no existió ninguna falla que haya afectado la disponibilidad de la autobomba.
- Un historial de mantenimiento incompleto y discontinuo que no contiene datos de todos los meses. El periodo de estudio y análisis de resultados se realizó en 16 meses por que no poseían datos de los últimos 6 meses anteriores a la realización de este proyecto de titulación.

Después del análisis se determina que por los 2 aspectos mencionados y con un indicador de disponibilidad llegando al 50% se puede concluir que la autobomba BRAVO 1 amerita un mejoramiento en el mantenimiento actual que posee para reducir el ausentismo e incrementar y mantener los indicadores de mantenimiento.

Indicador de disponibilidad para la autobomba BRAVO 2

Para calcular MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas) es necesario conocer la frecuencia en horas con que suceden las averías. Esto se calcula entre la diferencia de las horas totales que tiene el mes de estudio y las horas de paro de la autobomba BRAVO 2 a continuación, se muestra la operación matemática:

MES	Horas de funcionamiento de cada mes (horas)	Horas de paro (horas)	Frecuencia de las averías (horas)
Enero 2016:	744	0,00	$F = 744 - 0,00 = 744,00$ h
Febrero 2016:	696	2,00	$F = 696 - 2,00 = 694,00$ h
Marzo 2016:	744	88,00	$F = 744 - 88,00 = 656,00$ h
Abril 2016:	720	3,83	$F = 720 - 3,83 = 716,17$ h
Mayo 2016	744	0,00	$F = 744 - 0,00 = 744,00$ h
Junio 2016	720	5,50	$F = 720 - 5,50 = 714,50$ h
Julio 2016	744	2,42	$F = 744 - 2,42 = 741,58$ h
Agosto 2016:	744	0,00	$F = 744 - 0,00 = 744,00$ h
Septiembre 2016:	720	12,00	$F = 720 - 12,00 = 708,00$ h
Octubre 2016:	744	0,00	$F = 744 - 0,0 = 744,00$ h
Noviembre 2016:	720	1,00	$F = 720 - 1,00 = 719,00$ h
Diciembre 2016:	744	4,00	$F = 744 - 4,00 = 740,00$ h
Enero 2017:	744	0,00	$F = 744 - 0,00 = 744,00$ h
Febrero 2017:	672	0,50	$F = 672 - 0,50 = 671,50$ h
Marzo 2017:	744	0,00	$F = 744 - 0,00 = 744,00$ h
Abril 2017:	720	13,00	$F = 720 - 13,00 = 707,00$ h

En la Tabla 21 se muestra los cálculos realizados en los 16 meses que se realizó el estudio, para ello se obtuvieron datos de los historiales de mantenimiento. Aclarando que los historiales no están completos por diversos factores que impidieron registrar toda la información necesaria.

	$MTBF = \frac{\text{Frecuencia averías}}{\# \text{ fallas}}$	$MTTR = \frac{\text{Horas paro}}{\# \text{ fallas}}$	$D = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF} \times 100$
1:			<i>Disponibilidad = 100%</i>
2:	$MTBF = \frac{694,00}{1} = 694,00$	$MTTR = \frac{2,00}{1} = 2,00$	$D = \frac{694,00}{694,00 + 2,00} \times 100 = 99,71\%$
3:	$MTBF = \frac{656,00}{3} = 218,67$	$MTTR = \frac{88,00}{3} = 29,33$	$D = \frac{218,67}{218,67 + 29,3} \times 100 = 88,17\%$
4:	$MTBF = \frac{716,17}{2} = 358,08$	$MTTR = \frac{3,83}{2} = 1,92$	$D = \frac{358,08}{358,08 + 1,92} \times 100 = 99,47\%$
5:			<i>Disponibilidad = 100%</i>
6:	$MTBF = \frac{714,50}{1} = 714,50$	$MTTR = \frac{5,50}{1} = 5,50$	$D = \frac{714,50}{714,50 + 5,50} \times 100 = 99,24\%$
7:	$MTBF = \frac{741,58}{2} = 370,79$	$MTTR = \frac{2,42}{2} = 1,21$	$D = \frac{370,79}{370,79 + 1,21} \times 100 = 99,68\%$
8:			<i>Disponibilidad = 100%</i>
9:	$MTBF = \frac{708,00}{4} = 177,00$	$MTTR = \frac{12,00}{4} = 3,00$	$D = \frac{177,00}{177,00 + 3,00} \times 100 = 98,33\%$
10:			<i>Disponibilidad = 100%</i>
11:	$MTBF = \frac{719,00}{1} = 719,00$	$MTTR = \frac{1,00}{1} = 1,00$	$D = \frac{719,00}{719,00 + 1,00} \times 100 = 99,86\%$
12:	$MTBF = \frac{740,00}{1} = 740,00$	$MTTR = \frac{4,00}{1} = 4,00$	$D = \frac{740,0}{740,0 + 4,00} \times 100 = 99,46\%$
13:			<i>Disponibilidad = 100%</i>
14:	$MTBF = \frac{671,50}{1} = 671,50$	$MTTR = \frac{0,50}{1} = 0,50$	$D = \frac{671,50}{671,50 + 0,50} \times 100 = 99,93\%$
15:			<i>Disponibilidad = 100%</i>
16:	$MTBF = \frac{707,00}{2} = 353,50$	$MTTR = \frac{13,00}{2} = 6,50$	$D = \frac{353,50}{353,50 + 6,50} \times 100 = 98,19\%$

Tabla 21: Indicador de Disponibilidad de la Autobomba BRAVO 2

	Período	Horas de Paro por fallas	Frecuencia de las averías	FALLAS	MTBF (horas)	MTTR (horas)	Indicador de Disponibilidad
1	enero 2016	0,00	744,00	0	0,00	0,00	100,00%
2	febrero 2016	2,00	694,00	1	694,00	2,00	99,71%
3	marzo 2016	88,00	656,00	3	218,67	29,33	88,17%
4	abril 2016	3,83	716,17	2	358,08	1,92	99,47%
5	mayo 2016	0,00	744,00	0	0,00	0,00	100,00%
6	junio 2016	5,50	714,50	1	714,50	5,50	99,24%
7	julio 2016	2,42	741,58	2	370,79	1,21	99,68%
8	agosto 2016	0,00	744,00	0	0,00	0,00	100,00%
9	septiembre 2016	12,00	708,00	4	177,00	3,00	98,33%
10	octubre 2016	0,00	744,00	0	0,00	0,00	100,00%
11	noviembre 2016	1,00	719,00	1	719,00	1,00	99,86%
12	diciembre 2016	4,00	740,00	1	740,00	4,00	99,46%
13	enero 2017	0,00	744,00	0	0,00	0,00	100,00%
14	febrero 2017	0,50	671,50	1	671,50	0,50	99,93%
15	marzo 2017	0,00	744,00	0	0,00	0,00	100,00%
16	abril 2017	13,00	707,00	2	353,50	6,50	98,19%

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

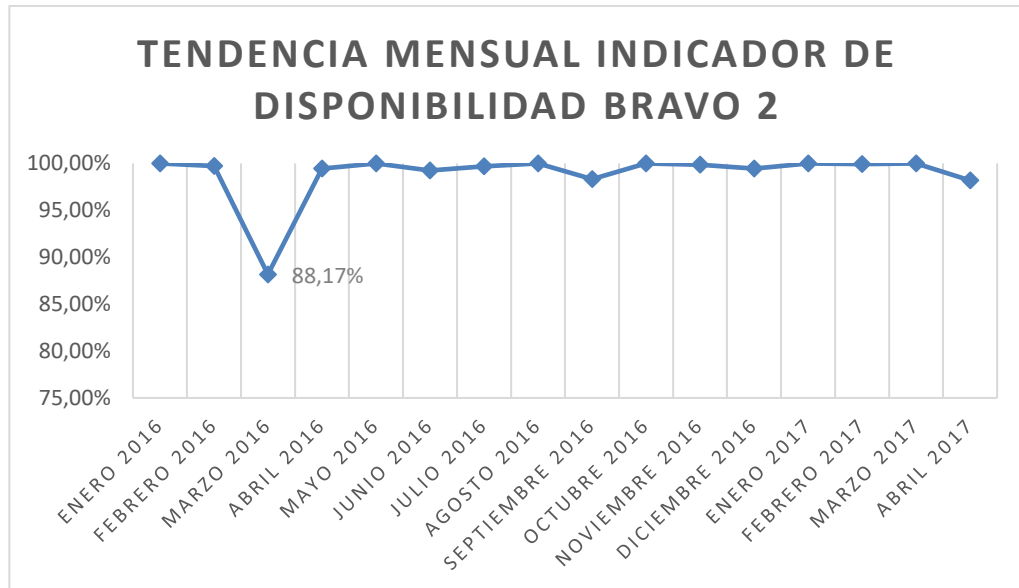


Figura 22: Tendencia de la Disponibilidad de la Autobomba BRAVO 2

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Figura 22 se muestra la tendencia del indicador de disponibilidad, generándose un pico en el mes de marzo 2016. Además, el MTBF es muy bajo en con respecto al MTTR, en el cual obtiene un 88,17% de disponibilidad llegando a ser el mes con mayor ausentismo de la Autobomba BRAVO 2 por fallas que afecto su funcionalidad. En los siguientes meses se puede evidenciar porcentajes altos llegando a alcanzar el 100% de disponibilidad. Esto se debe por 2 aspectos mencionados en el indicador de disponibilidad para la autobomba BRAVO 1.

Se puede concluir que la autobomba BRAVO 2 necesita que su mantenimiento actual sea mejorado para incrementar los porcentajes de disponibilidad.

Disponibilidad frente emergencias

En la Tabla 22 se presenta el número de veces de emergencias atendidas durante el tiempo de estudio y la sumatoria de los porcentajes de disponibilidad de las 2 autobombas.

Tabla 22: Disponibilidad de las dos autobombas y número de emergencias

Período	Emergencias	DISPONIBILIDAD (BRAVO 1 y 2)					
		Horas de paro por fallas	Disponible (horas)	FALLAS	MTBF (horas)	MTTR (horas)	% de disponibilidad
enero 2016	18	3,50	740,50	2	370,25	1,75	99,53%
febrero 2016	6	11,00	685,00	2	342,50	5,50	98,42%
marzo 2016	8	93,00	651,00	5	130,20	18,60	87,50%
abril 2016	9	8,33	711,67	5	142,33	1,67	98,84%
mayo 2016	2	5,33	738,67	2	369,33	2,67	99,28%
junio 2016	1	16,00	704,00	4	176,00	4,00	97,78%
julio 2016	4	2,42	741,58	2	370,79	1,21	99,68%
agosto 2016	3	3,30	740,70	2	370,35	1,65	99,56%
septiembre 2016	9	12,00	708,00	4	177,00	3,00	98,33%
octubre 2016	8	0,42	743,58	1	743,58	0,42	99,94%
noviembre 2016	3	2,00	718,00	2	359,00	1,00	99,72%
diciembre 2016	9	364,00	380,00	2	190,00	182,00	51,08%
enero 2017	5	0,00	744,00	0	0,00	0,00	100,00%
febrero 2017	0	0,50	671,50	1	671,50	0,50	99,93%
marzo 2017	0	0,75	743,25	1	743,25	0,75	99,90%
abril 2017	1	18,00	702,00	3	234,00	6,00	97,50%

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Las emergencias que se han presentado en la Tabla 22 fueron respondidas por el cuerpo de bomberos de Shushufindi, en la Figura 23 se puede evidenciar que existieron meses como diciembre en donde alcanzo el 51,08% de disponibilidad y en este mismo mes existieron valores elevados de 9 emergencias donde se necesitó de una autobomba para atender los acontecimientos y evitar.

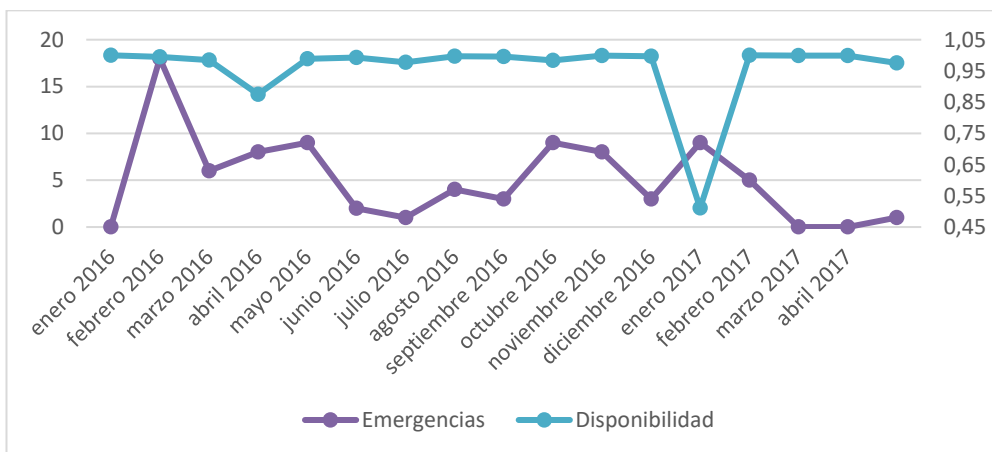


Figura 23: Disponibilidad de las autobombas frente al número de emergencias

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Se deduce que en los porcentajes de disponibilidad más bajo se han evidenciado un número elevado de emergencias atendidas, concluyendo que es conveniente implementar una gestión de mantenimiento para las autobombas, con la finalidad de que la disponibilidad alcance 100% y se mantenga constante.

Verificación de hipótesis

Para la demostración de hipótesis, se tomarán la suma total de las horas de paro por fallas de las 2 autobombas del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, como variable independiente. Mientras que la disponibilidad está dada, teniendo en cuenta un funcionamiento completo de 24 horas todos los días del mes durante los 365 días del año menos las horas de paro por fallas, la misma que será la variable dependiente.

Los cálculos de tiempo de mantenimiento por fallas y la disponibilidad se presenta en la Tabla 22. La disponibilidad son las horas que contiene un mes menos las horas por fallas.

Se realizó el análisis de hipótesis por el método de Regresión lineal por medio de Mínimos cuadrados, en el que se realizará el siguiente cálculo:

Tabla 23: Datos de las variables independiente y dependiente para la Verificación de hipótesis

n	AÑO	TIEMPO MANTENIMIENTO POR FALLAS	DISPONIBILIDAD					
		X	Y	X ²	Y*X	YC	(Y-YC) ²	(Y-Ym) ²
1	enero 2016	3,50	740,50	12,25	2591,75	723,99	272,71	2050,67
2	febrero 2016	11,00	685,00	121,00	7535,00	716,86	1015,12	104,36
3	marzo 2016	93,00	651,00	8649,00	60543,00	638,96	144,95	1955,02
4	abril 2016	8,33	711,67	69,44	5930,56	719,39	59,72	270,64
5	mayo 2016	5,33	738,67	28,44	3939,56	722,24	269,69	1887,99
6	junio 2016	16,00	704,00	256,00	11264,00	712,11	65,79	77,17
7	julio 2016	2,42	741,58	5,84	1792,16	725,02	274,51	2149,96
8	agosto 2016	3,30	740,70	10,89	2444,31	724,18	273,04	2068,83
9	septiembre 2016	12,00	708,00	144,00	8496,00	715,91	62,58	163,44
10	octubre 2016	0,42	743,58	0,17	309,83	726,92	277,83	2339,44
11	noviembre 2016	2,00	718,00	4,00	1436,00	725,41	54,92	519,13
12	diciembre 2016	364,00	380,00	132496,00	138320,00	381,51	2,28	99360,89
13	enero 2017	0,00	744,00	0,00	0,00	727,31	278,52	2379,92
14	febrero 2017	0,50	671,50	0,25	335,75	726,84	3062,07	562,43
15	marzo 2017	0,75	743,25	0,56	557,44	726,60	277,27	2307,30
16	abril 2017	18,00	702,00	324,00	12636,00	710,21	67,42	46,03
Σ		540,55	11123,45	142121,86	258131,34	11123,45	6458,42	118243,21

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

De la Tabla 23 se utilizará los datos de las dos variables para correlacionarlas y obtener un valor R^2 , este valor reflejará si la hipótesis planteada es correcta y si existe una relación entre la variable independiente con la variable dependiente.

Regresión

Este método permite desarrollar un modelo de dependencia promedio que intenta demostrar la variable Y en función de la variable X (Alegría & Sáez, 2007).

Los objetivos de la teoría de regresión lineal son:

1. Obtener una relación de dependencia entre la variable X e Y mediante la ecuación de la recta.
2. Pronosticar los valores de la variable dependiente en función de los valores de la variable independiente.

El método mínimo de los cuadrados significa que es la sumatoria de las distancias al cuadrado debe ser lo más pequeña posible.

$$S = \Sigma (Y - Y_c)^2 = \Sigma (Y - ax - b)^2 \quad \text{Mínimo}$$

$$\frac{\partial S}{\partial a} = 0 \quad 0 = -2\Sigma(Y - ax - b)x \quad (1)$$

$$\frac{\partial S}{\partial b} = 0 \quad 0 = -2\Sigma(Y - ax - b) \quad (2)$$

De las ecuaciones (1) y (2) se procese al proceso de derivación en función de los valores a y b para obtener las ecuaciones (3) y (4):

$$a \Sigma X^2 + b \Sigma X = \Sigma YX \quad (3)$$

$$a \Sigma X + nb = \Sigma Y \quad (4)$$

El valor de R informa que la ecuación elegida es la adecuada, su fórmula se muestra a continuación:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\Sigma(Y - Y_c)^2}{\Sigma(Y - Y_m)^2}}$$

Donde:

Y: es un valor de la variable dependiente

Yc: Valor obtenido al reemplazar en la ecuación escogida

$$Yc = (a * x) - b$$

Ym: La media de los datos

$$Ym = \frac{\sum Y}{n}$$

Para que existe una buena relación de dependencia entre las variables X y Y, el valor de R debe ser:

$$R \geq 0.8$$

Cálculo de regresión lineal por mínimos cuadrados

Se realizara el procedimiento matemático del primer dato para presentar los valores obtenidos en la Tabla 23:

$$a \sum X^2 + b \sum X = \sum YX \quad (3)$$

$$a \sum X + nb = \sum Y \quad (4)$$

Los valores de la Tabla 23 se reemplaza en las ecuaciones (3) y (4), para obtener las siguientes ecuaciones:

$$142121,86 a + 540,55 b = 258131,34 \quad (5)$$

$$540,55 a + 16 b = 11123,45$$

$$a = \frac{11123,45 - 16 b}{540,55} \quad (6)$$

Las ecuaciones (5) y (6) se resuelven por el método de sustitución para determinar el valor de “a” y de “b”.

$$142121,86 \left(\frac{11123,45 - 16 b}{540,55} \right) + 540,55 b = 258131,34 \quad (7)$$

$$\mathbf{b = 727,31}$$

Reemplazando el valor “b” en la ecuación (6), se obtienen el valor de “a”.

$$a = \frac{11123,45 - 16 (727,31)}{540,55}$$

$$\mathbf{a = -0,95}$$

Con los valores de “a” y “b” se calcula los valores Ym y Yc de la Tabla 23, se realizará la operación para el primer dato como demostrativo, los demás cálculos están en la Tabla 23:

Cálculo para Yc= (a * X₁) + b:

$$Yc = (-0,95 * 3,50) + 727,31$$

$$Yc = 723,99$$

Cálculo para Ym= $\frac{\Sigma Y}{n}$:

$$Ym = \frac{11123,45}{16}$$

$$Ym = 695,22$$

En la ecuación de la recta se reemplaza los valores “a” y “b”, para obtener la pendiente. En este caso se tendrá una pendiente negativa.

$$y = -0,95x + 727,31$$

En el siguiente paso se calcula el valor R:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\Sigma(Y - Yc)^2}{\Sigma(Y - Ym)^2}}$$

$$R = \sqrt{1 - \frac{6458,42}{118243,21}}$$

$$\mathbf{R = 0,97}$$

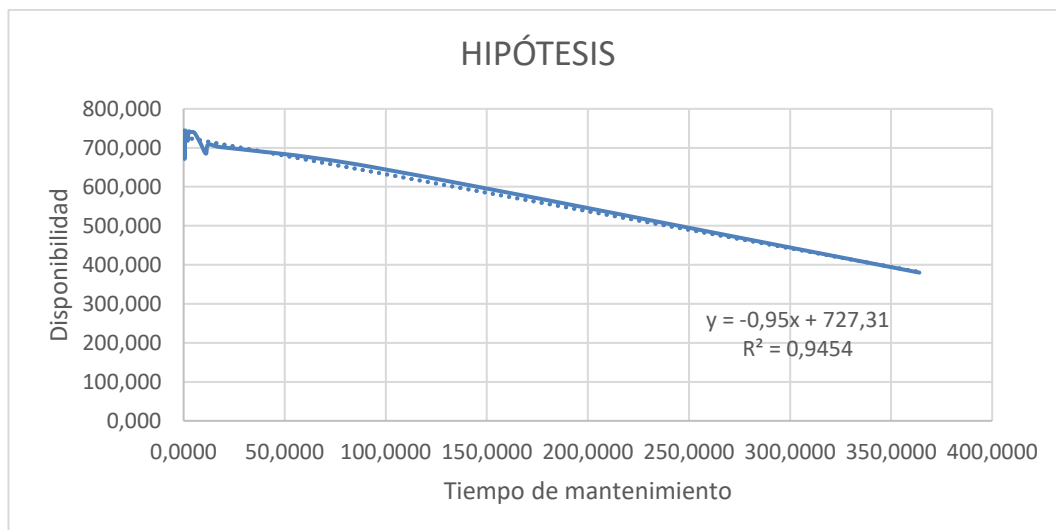


Figura 24: Regresión Lineal por Mínimos cuadrados

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Figura 24 se visualiza la dispersión de los datos de la variable X y Y y la tendencia de la recta, llegando a cumplir con la hipótesis descrita con anterioridad.

Se obtiene un valor R de la correlación de 0,97 lo que indica que las variables independientes y dependiente están relacionadas una con otra, llegando a cumplir con la hipótesis planteada, donde la Gestión de Mantenimiento de las Autobombas del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi si incide en la disponibilidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se determinó en el diagnóstico de la gestión de mantenimiento actual de las autobombas del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi que la estructura organizacional que se muestra en la Figura 8 no se considera el departamento de mantenimiento y tampoco cuenta con un personal que vele por la mantenibilidad de los vehículos de emergencias del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi.
- En los indicadores de mantenimiento se calculó la disponibilidad de las autobombas del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, en el cual, mediante el cálculo del MTBF y MTTR se determinó para la Autobomba BRAVO 1 en el mes de diciembre 2016 una disponibilidad del 51.61% representando un ausentismo de más de 15 días, llegando a concluir que el mantenimiento actual presenta grandes inconvenientes afectando su operación. La autobomba BRAVO 2 presentó en el mes de marzo 2016, una disponibilidad del 88.17%, lo cual refleja la ausencia del vehículo por más de 3 días completos. Concluyendo que el mantenimiento actual tiene problemas que no le permite estar disponible las 24 horas del día los 365 días del año de manera ininterrumpida para solventar cualquier eventualidad que se presente en la sociedad.
- Los bajos porcentajes de disponibilidad de las autobombas frente al número de emergencias atendidas que se presentaron en la Figura 23, señalan la deficiencia que presentaba la gestión de mantenimiento actual lo que repercutió sobre en las horas de paralización, dejando a la población desamparada frente eventualidades.
- La falta de un plan de mantenimiento preventivo es la principal causa del ausentismo de las autobombas del Cuerpo de Bomberos, la buena planificación y un stock de repuestos adecuado permitirá disminuir los tiempos de mantenimiento o de reparación.
- Para el desarrollo de este estudio no se contó con una buena fuente de información y datos debido a que carecen de un historial detallado de cada

autobomba de la institución mostrado en la Figura 14. Además, el registro que se utilizó no contenía información continua de cada falla que se presentaban en cada mes.

- La disponibilidad de las autobombas depende en parte del personal bomberil quienes son los que operan frecuentemente los equipos contra incendios, por lo cual carecen de una capacitación que les permita operar correctamente la bomba durante una emergencia.
- El Cuerpo de Bomberos no cuenta con instalaciones fijas para realizar el mantenimiento de los vehículos de emergencia o solucionar alguna falla, por lo cual externalizan el trabajo con diferentes talleres de la zona e inclusive con personal de Quito. Esto influye en los tiempos de reparación debido a que no se planifica con anticipación los mantenimientos que se deben seguir de acuerdo con la información del fabricante, las horas de uso o el kilometraje para evitar problemas en su funcionamiento y así impedir que la autobomba quede fuera de servicio.

Recomendaciones

Del presente proyecto de titulación se puede desglosar las siguientes recomendaciones:

- Desarrollar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para el vehículo de emergencia como también de las bombas con un chequeo de manera diaria, mensual, semestral, anual, preventiva y correctiva con el objetivo de evitar que se presenten fallas críticas que repercuta en la funcionalidad de la Autobomba.
- Ejecutar una planificación detallada del plan de mantenimiento preventivo que permita reducir en su totalidad las correcciones no programadas sobre las autobombas del Cuerpo de Bomberos.
- Generar registros detallado referente al mantenimiento de las autobombas de manera diaria, mensual, semestral y anual para obtener información primordial que permita anticiparse a que se presente alguna falla.
- Capacitar al personal operativo del correcto uso de las bombas durante su funcionamiento, con el objetivo de evitar en un futuro la presencia de averías.
- Implementar una bodega de repuesto para el departamento de mantenimiento, que asegure que las actividades de mantenimiento se desarrollen de la mejor forma sin problemas de escasez de recambios.
- Proponer la implementación del departamento de mantenimiento que cuente con un personal de tiempo completo que desarrolle las actividades de mantenimiento, registre los fallos que se presente, los repuestos utilizados y lleve la planificación de los mantenimientos preventivos de las autobombas de la institución bomberil.

CAPÍTULO V

PROPUESTA

Tema:

Propuesta de gestión del mantenimiento preventivo para las autobombas del cuerpo de bomberos de Shushufindi.

Datos informativos

Nombre de la institución:	Cuerpo de Bomberos de Shushufindi
Beneficiarios:	Cuerpo de Bomberos de Shushufindi y la comunidad del Cantón Shushufindi
Equipo Técnico Responsable:	Henry Yáne.
Tiempo:	La ejecución de la presente propuesta es desde Mayo 2018 hasta Agosto 2018.
Ubicación:	Sucumbíos – Shushufindi, calle Napo y Orellana.

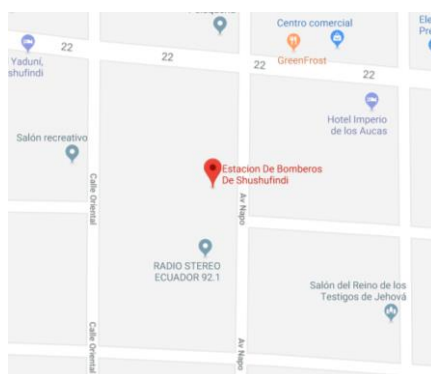


Figura 25: Ubicación Geográfica del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Shushufindi

Elaborado por: El Investigador

El Cuerpo de Bomberos de Shushufindi es una institución pública que vela por la seguridad de la sociedad del cantón Shushufindi, actualmente está conformada por un Teniente Coronel encargado de liderar la institución bomberil, 8 bomberos operativos preparados y capacitados para solventar las emergencias que se suscitan en la población y por 8 bomberos administrativos dedicados a laborar en las áreas administrativas de los Bomberos.

Antecedentes de la propuesta

En el análisis del trabajo de titulación llevada a cabo en el Cuerpo de Bomberos de Shushufindi en la cual se verificó el actual mantenimiento que poseían, se apreció problemas de planificación de las reparaciones, la falta de un historial de mantenimiento detallado por lo que los vehículos de emergencia que en ocasiones permanecían en reparaciones por periodos de tiempos largo y la inexistencia de personal dedicado al área de mantenimiento, estos inconvenientes más las recomendaciones sugeridas en el capítulo IV, se desarrolla un plan de mantenimiento preventivo.

Se analizó la disponibilidad de las autobombas en el periodo de estudio de 16 meses llegando a obtener un promedio de disponibilidad para la Autobomba BRAVO 1 de 96,55% en donde se determinó que en diciembre 2016 fue el mes con más ausentismo. Para la Autobomba BRAVO 2 se obtuvo un promedio de disponibilidad de 98,84% en el cual el mes de marzo 2016 se evidenció un mayor ausentismo.

Estos promedios permiten apreciar la carencia de un historial de mantenimiento correctivo detallado por la ausencia de registros rutinarios, elevado tiempos de reparación que inciden en el ausentismo de las autobombas y, además, refleja la falta de gestión de mantenimiento preventivo que necesitan.

Entre las recomendaciones presentadas en el capítulo IV, se puede capacitar al personal bomberil para que opere de manera correcta las autobombas y realice chequeos rutinarios que forman parte del Plan de Mantenimiento preventivo para

evitar inconvenientes que impliquen la indisponibilidad de las autobombas frente a emergencias que se pueden suscitar en el cantón Shushufindi.

Objetivo de la propuesta

General

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el óptimo funcionamiento de las autobombas del cuerpo de bomberos de Shushufindi que puedan operar de manera eficiente frente a las emergencias que surgen en el Cantón.

Específicos

- Planificar las actividades y los mantenimientos preventivos de acuerdo con las características automotrices del vehículo de emergencia y de la bomba
- Implementar el departamento de mantenimiento conformado por el personal adecuado y capacitado que forme parte del plan de mantenimiento preventivo de los vehículos de emergencia.
- Desarrollar los registros de mantenimiento preventivo de manera periódica y de acuerdo al kilometraje de uso para garantizar que se lleve a cabo con el plan de mantenimiento.
- Determinar las herramientas necesarias y el stock de repuestos para realizar los mantenimientos de las autobombas detallados en la planificación.

Justificación de la Propuesta

Técnico

La implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo en el Cuerpo de Bomberos de Shushufindi es factible desde el punto de vista técnico ya que permitirá incrementar la disponibilidad de las autobombas. Un sistema de gestión de mantenimiento preventivo dentro de la institución pública es posible puesto que posee la infraestructura necesaria para rediseñarla, permite reestructurar el organigrama de la empresa introduciendo el departamento de mantenimiento,

contar con un personal capacitado para realizar las actividades de mantenimiento y poseer un stock de repuestos anual disponibles para las planificaciones de mantenimiento preventivo.

Al no implementar un sistema de gestión de mantenimiento conlleva a que el tiempo de para de las autobombas sea mayor y al ocurrir una emergencia en la sociedad este se vea comprometido a causa de equipos en mal estado, mal funcionamiento de las máquinas e incluso repercute en la vida útil del mismo procedente de una deficiente gestión de mantenimiento que permite ejecutar planes de mantenimientos, documentar órdenes de trabajo, controlar las actividades mediante registros de mantenimiento y planificar las futuras tareas que deben llevarse a cabo.

Económico

La puesta en marcha del sistema de gestión de mantenimiento en el Cuerpo de Bomberos de Shushufindi es factible ya que está enfocado al ahorro económico para la institución pública debido a que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Shushufindi proporciona de un monto económico anual para la organización y funcionamiento del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi de los cuales este capital está destinado para mantener y reparar al parque automotor de la institución.

En el año 2016 la gran demanda del servicio de extinción de incendios ha sido muy solicitada por la comunidad del cantón, en ese periodo se ha registrado un total de 251 emergencia de las cuales el 23% son catalogadas emergencias de tipo incendios, lo que compromete a que el GAD obtenga ingresos de diferentes negocios de la comunidad y los destine al Cuerpo de Bomberos que al poseer de un sistema de gestión de mantenimiento eficaz generará que las autobombas se encuentren disponibles las 24 horas al día durante los 365 días de manera ininterrumpida.

La viabilidad económica de la propuesta de implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en el cuerpo de bomberos es positiva ya que se cuenta con el respaldo del GAD quien es el responsable de proporcionar los recursos

económicos necesarios para mantener y conservar los vehículos de emergencia, gracias a esta propuesta se podrá disminuir los costos de mantenimiento a largo plazo debido a que las máquinas se podrán conservar en óptimas condiciones gracias a un mantenimiento preventivo y traerá consigo de amplios beneficios como son la reducción de los costos de reparaciones correctivas imprevistas que producen un incremento de los costos por diversos aspectos como son: compra de repuestos cuando la autobomba se haya averiado, externalización del servicio sin planificación a un taller de la zona y disminución de la vida útil de la maquinaria que lleva a la compra de nuevos equipos.

Factibilidad

El presente proyecto es factible para la organización del cuerpo de bomberos Shushufindi, entidad encargada de velar por la seguridad y la integridad de la población frente a múltiples eventualidades que se puedan presentar, esta propuesta pretende incrementar la disponibilidad de las autobombas contra incendios mediante un plan de mantenimiento preventivo completo, contemplando una detallada planificación de las actividades de mantenimiento conformado con un stock de repuesto e implementando la documentación completa para la realización del historial.

En el ámbito operativo se determina la factibilidad de la propuesta presentando una mayor seguridad de operación de las autobombas y una mayor fiabilidad de los vehículos de emergencia para dar cumplimiento con la misión y el deber del cuerpo de bomberos para su comunidad y evitar que la ciudadanía y los bienes se encuentren desprotegidas.

Gestión de mantenimiento propuesta

Organigrama Estructural

Para el desarrollo de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para las autobombas del cuerpo de bomberos de Shushufindi, se debe considerar la estructura organizativa de la institución bomberil, en las cuales esta propuesta

intenta modificar e introducir el departamento de mantenimiento de los vehículos de emergencia.

La propuesta está encaminada a detallar y establecer una gestión de mantenimiento eficaz para conseguir una disponibilidad efectiva que permita ser competentes frente eventualidades de la población mediante la optimización de recursos.

Según (Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento , 2010) menciona: “Es imprescindible estudiar el modelo de organización que mejor se adapta a las características de cada planta”.

Para llevar a cabo se deberá realizar una modificación de la estructura organizativa del cuerpo de bomberos de Shushufindi, a continuación, se presenta la propuesta de una estructura organizacional mediante un mapa de macro-procesos para el cuerpo de bomberos conforme a las actividades que realiza:

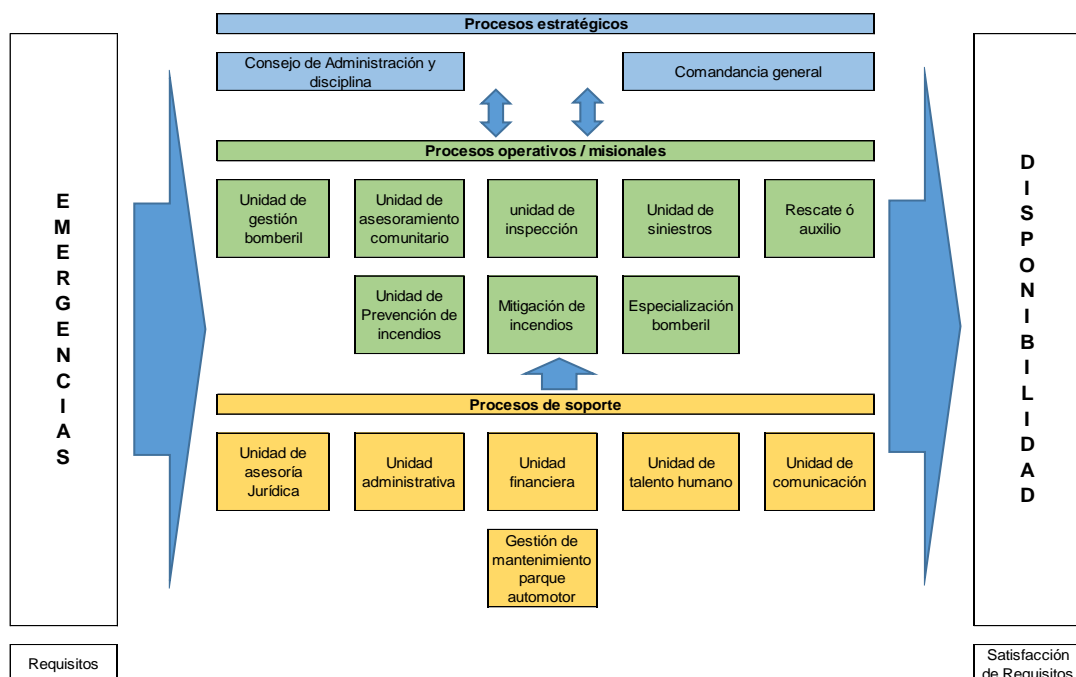


Figura 26: Propuesta del modelo del macro proceso del cuerpo de bomberos de Shushufindi

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Figura 26, se puede evidenciar el macro-proceso de la propuesta en el cual se considera como un proceso de soporte al departamento de gestión de mantenimiento de las autobombas y sirve de apoyo para la razón de ser de la institución los procesos operativos. Es un proceso que intenta cumplir con los objetivos de la organización mediante la relación de los procesos que se conforma la misma para satisfacer las necesidades de la comunidad.

Tabla 24: Descripción del macro proceso: proceso estratégico

Proceso Estratégico	Definición / Actividades
Consejo de Administración y disciplina	Es el órgano de Gobierno del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi Emitir y Aprobar resoluciones, planificaciones
Comandancia general	Es el órgano máximo de comando y administración del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi Ejecutar mando, inspección, dictar órdenes y directrices de conformidad con las Leyes y el Gobierno GAD de Shushufindi

Fuente: (G.A.D. Municipal Shushufindi, 2016)

Elaborado por: El Investigador

Tabla 25: Descripción del macro proceso: proceso operativo

DESCRIPCIÓN DEL MACROPROCESO	
Proceso Operativo	Definición / Actividades
Unidad de Prevención de incendios	Es un servicio de prevención de riesgos, protección socorro y extinción de incendios. Acciones preventivas, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia para enfrentar toda amenaza natural o antrópico
Unidad de inspección	Es la inspección, seguimiento y verificación a establecimientos y locales comerciales, emisión de permiso de funcionamiento
Unidad de asesoramiento comunitario	Brindar asesoramiento y realizar campañas de prevención contra incendios y rescate
Unidad de gestión bomberil	Gestionar los servicios de prevención, protección socorro y extinción de incendios.
Unidad de siniestros	Unidad conformada por la gestión de mitigación de Incendios y gestión de Rescates y Auxilio
Especialización bomberil	Preparación del personal bomberil mediante capacitaciones se ámbito: técnica-física, técnico bomberil, combate y control de incendios, materiales peligrosos, búsqueda, entre otros.
Mitigación de incendios	Es la realización de todas las actividades y acciones para reducir los riesgos y efectos que los incendios provocaron
Rescate ó auxilio	Acciones de salvamento, evacuación y rescate en cualquier contingencia que se presente en el cantón

Fuente: (G.A.D. Municipal Shushufindi, 2016)

Elaborado por: El Investigador

Tabla 26: descripción del macro proceso: proceso de soporte

DESCRIPCIÓN DEL MACROPROCESO	
Proceso Soporte	Definición / Actividades
Unidad de asesoría Jurídica	Orientar a la ciudadanía sobre los organismos competentes para atender las peticiones y acciones para solventar los problemas
Unidad administrativa Unidad financiera	Es responsable del cuidado y administración independiente de sus recursos. Mantener y llevar cuentas, balances, inventarios de bienes y actividades de manejo presupuestario y financiero
Unidad de talento humano	Es el personal bomberil que conforma el cuerpo de bomberos, pudiendo ser bomberos administrativos y operativos. Estará sujeto a las normativas legales, ley de defensa contra incendios, ordenanzas, reglamentos y resoluciones
Unidad de comunicación	Servicios de comunicación externa e interna referente a las actividades del cuerpo de bomberos, prevención y mitigación de incendios.
Gestión de mantenimiento parque automotor	Departamento encargado del mantenimiento preventivo de las autobombas, mediante acciones que permitan mantener o reparar a su estado óptimo de funcionamiento para la disponibilidad de la comunidad.

Fuente: (G.A.D. Municipal Shushufindi, 2016)

Elaborado por: El Investigador

Una vez detallado en las Tabla 24, Tabla 25 y Tabla 26 y desglosado el macro proceso de la institución bomberil para comprender los procesos que son la razón de ser ya que sin ellos no tendrían la esencia de ser un establecimiento bomberil. Ahora el paso siguiente es realizar un organigrama estructural partiendo del siguiente análisis: determinar los procesos esenciales de la institución que se va a emplear para la propuesta basado en las actividades que brinda.

Como menciona (Benjamín & Fincowsky, 2009), El organigrama estructural de la institución elegido es el funcional, ya que es el adecuado para detallar las funciones y las relaciones de las unidades de la que están conformadas el cuerpo de bomberos de Shushufindi. La ventaja que tiene el de emplear este tipo de organigrama, es la descripción de las actividades que realiza cada unidad, desglosado en las tablas anteriores. En la Figura 27 se presenta la propuesta del organigrama funcional del cuerpo de bomberos de Shushufindi introduciendo el departamento de mantenimiento automotriz, usando como base el organigrama actual.

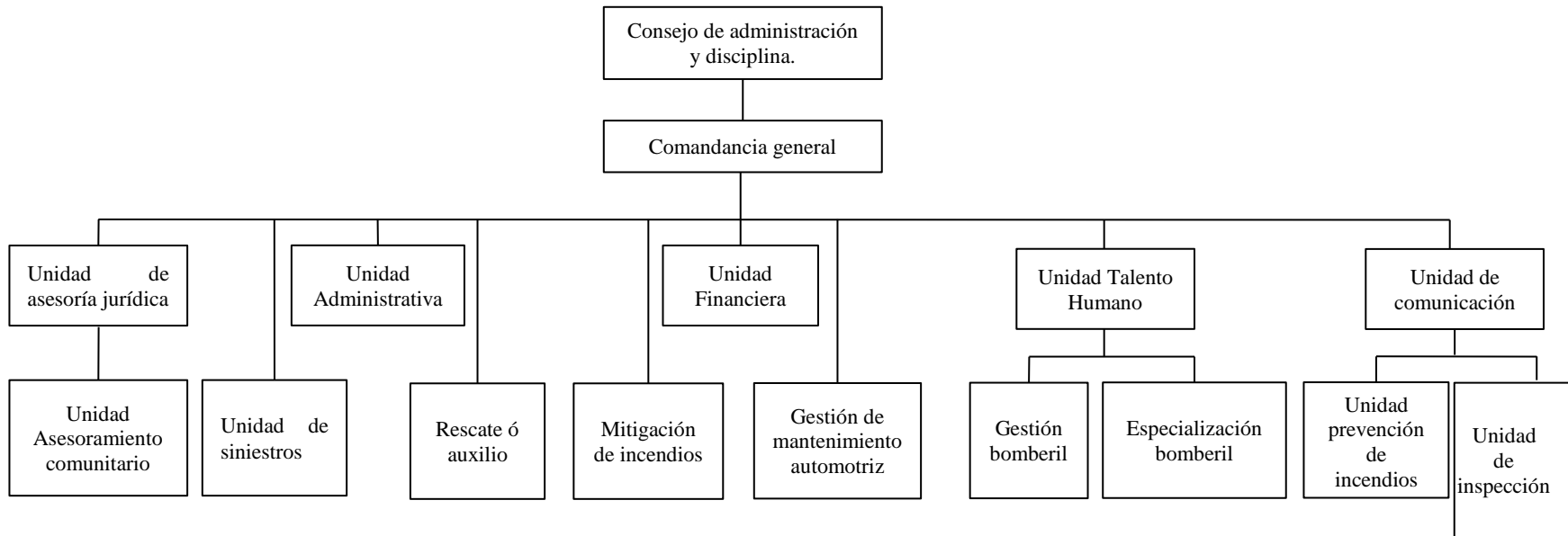


Figura 27: Propuesta del organigrama funcional del cuerpo de bomberos de Shushufindi

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Funciones del personal de mantenimiento

Para el desarrollo de la propuesta se debe considerar como punto crucial las funciones que tendrá el personal encargado de la gestión de mantenimiento de las autobombas del cuerpo de bomberos de Shushufindi. Por el poco número de autobombas que posee la institución bomberil, se ha determinado que se necesitará un encargado para gestionar las actividades de mantenimiento.

La asignación de funciones dependerá exclusivamente de las responsabilidades que tendrá el personal de mantenimiento como: planificar, administrar y controlar las actividades de mantenimiento. Las funciones que tendrá el encargado de la gestión de mantenimiento son las presentadas en la Tabla 27.

Tabla 27: Propuesta de las funciones del encargado de mantenimiento

INFORMACIÓN BÁSICA	
CARGO	Supervisor de mantenimiento, Ingeniero mecánico
JEFE INMEDIATO	Comandante del Cuerpo de Bomberos
SUPERVISACIÓN	N/A
NATURALEZA DEL CARGO	
Llevar a cabo las actividades de mantenimiento asignadas al plan de mantenimiento preventivo de las autobombas del Cuerpo de Bomberos.	
FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Gestionar y planificar las actividades de mantenimiento preventivo de las autobombas del cuerpo de bomberos. 2. Realizar supervisiones periódicas según el plan de mantenimiento establecidas en la planificación. 3. Realizar actividades de mantenimientos rutinarios 4. Seleccionar las herramientas y equipo adecuado para su trabajo. 5. Diagnosticar, reparar y ajustar distintos elementos mecánicos del vehículo 6. Gestionar las intervenciones para el mantenimiento correctivo optimizando los recursos. 7. Instalación, montaje y puesta en marcha de equipos mecánicos 8. Realizar el inventario del stock de repuestos y gestionar el almacenamiento de las herramientas y equipos controlando la existencia. 9. Realizar órdenes de trabajo, actas de entrega y recepción de vehículos, acta de entrega y recepción de repuestos, registros de mantenimiento y hojas de revisión diarias, mensuales, según el kilometraje u horas de uso. 10. Diagnosticar las fallas que se presentes en las autobombas. 11. Realizar pruebas de funcionamiento 12. Gestionar los repuestos usados. 	

Tabla 27: Continuación

13. Reportar los daños en los accesorios y equipos, en caso que lo requiera.	
14. Reportar sobre la ejecución de los trabajos realizados.	
REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL PUESTO	
FORMACIÓN	Bachiller, superior (Ingeniería Mecánica) o Técnico en mantenimiento.
IDIOMAS	Lectura e interpretación de documentos técnicos en español.
OTROS	Manejo de programas: Excel, Project - Amplios conocimientos técnicos y sobre normativa vigente en los campos de las actividades propias de la gestión de mantenimiento. - Capacidad para utilizar equipos electrónicos. - Trabajo bajo presión - Capacidad para concentrarse. - Alto sentido de responsabilidad

Fuente: (Educaweb, 2018)

Elaborado por: El Investigador

Codificación de las Autobombas

Parte del plan de mantenimiento preventivo esta la identificación de las autobombas del cuerpo de bomberos mediante la designación de un código único para cada uno de ellas, este paso es el más importante y deberá realizarse previamente a la planificación de las actividades que frecuentemente deben estar en seguimiento y control para cada vehículo.

Este modelo intenta definir un nuevo código para cada autobomba del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, esto facilitará la descripción de cada vehículo de emergencia, los órdenes de trabajo, el historial de mantenimiento, históricos de fallas que ayudará al cálculo de los indicadores de mantenimiento y las actividades planificadas de mantenimiento que cada uno debe realizarse.

Para definir el código para cada equipo se deberá realizar la estructura del código dependiendo del área, del equipo y del número de equipo del que está conformado el cuerpo de bomberos de Shushufindi, en la Figura 28 se muestra la estructura del código.

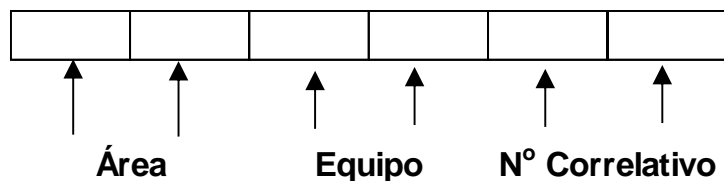


Figura 28: Estructura de codificación de equipos

Fuente: (Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento , 2010)

Elaborado por: El Investigador

- **Área:** se detalla al área a la que pertenece la autobomba, en números.
1 1 : Área de contra incendios
- **Equipo:** se describe las iniciales del equipo, en letras.
A B : Autobomba
- **N° Correlativo:** se coloca el número de cada equipo, en números.
0 1 : Número de la autobomba

A continuación, en la Tabla 28 se muestra la codificación de las autobombas del cuerpo de bomberos de Shushufindi a las cuales está enfocada el plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 28: Codificación de las autobombas

Código					Descripción Equipo
1	1	A	B	0 1	Autobomba contra incendios Mercedes Benz
1	1	A	B	0 2	Autobomba contra incendios Hyundai HD 170

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

También se describirá los elementos de los que están compuestos las autobombas del cuerpo de bomberos, en la Figura 29 se muestra el esquema de codificación para los elementos de un equipo.

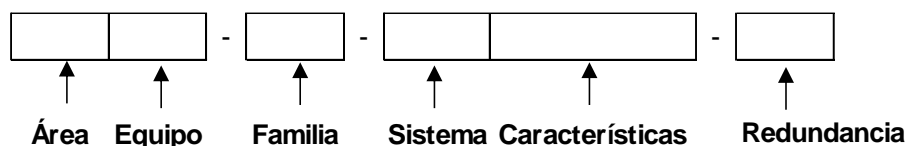


Figura 29: Estructura codificación de los elementos de equipos

Fuente: (Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento , 2010)

Elaborado por: El Investigador

- **Área:** se detalla al área a la que pertenece la bomba, en números.
1 1 : Área de contra incendios
- **Equipo:** se describe las iniciales del equipo al que pertenece y como se describió en el apartado anterior, en letras y números.
AB 1 : Autobomba 1
- **Familia:** se coloca a donde pertenece el elemento y pueden ser los de la siguiente Figura 30:

Código	Familia
B	Bomba
M	Motor
V	Válvula
I	Instrumento
C	Componente de cuadro eléctrico
E	Elemento eléctrico
P	Pieza mecánica
T	Tubería
F	Filtro
N	Cilindros y actuadores
H	Cilindros y actuadores
O	Brida

Figura 30: Códigos de elementos de la sección FAMILIA

Fuente: (Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento , 2010)

Elaborado por: El Investigador

- **Características:** características del elemento, en letras
Contra incendios
- **Redundancia:** puede ser en casos exclusivos, al existir elementos duplicados.

A continuación, en la Tabla 29 se muestra la codificación de las bombas centrífugas de las autobombas del cuerpo de bomberos de Shushufindi a las cuales está enfocada el plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 29: Codificación de las bombas centrífugas de las autobombas

Código				Descripción Elemento
11	AB 01	B	1	Contra incendios Bomba ROSENBAUER contra incendios 01
11	AB 02	B	2	Contra incendios Bomba MORITA contra incendios 02

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Criticidad de las Autobombas

En la gestión de mantenimiento, en el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo es importante definir la criticidad de los equipos que dispone toda organización. Para la elaboración de esta propuesta se detallará el nivel de criticidad de las autobombas, señalando las razones por las cuales se establece. (Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento , 2010).

La criticidad se puede dividir en tres tipos dependiendo de las actividades que realiza, estas pueden ser:

- Equipos Críticos (A)
- Equipos Importantes (B)
- Equipos Prescindibles (C)

En la siguiente Tabla 30 se detalla un modelo de criticidad correspondiente a las actividades que desarrolla en cuerpo de bomberos de Shushufindi:

Tabla 30: Modelo de análisis de criticidad

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A Crítico	Puede originar accidente muy grave	Su parada afecta al plan de producción o al servicio	Es clave para la calidad del producto o servicio	Alto coste de reparación en caso de avería
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales)		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos o quejas	Averías muy frecuentes
	Ha producido accidentes en el pasado			Consumo de una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales)
B Importante	Necesita revisiones periódicas (anuales)	Afecta a la producción o servicio, pero es recuperable (no afecta al cliente o al plan de producción)	Afecta a la calidad del servicio, pero habitualmente no es problemático	Coste medio en mantenimiento
	Puede Ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C Prescindible	Poca influencia en seguridad	Poca influencia en producción o servicio	No afecta a la calidad del servicio	Bajo coste de mantenimiento

Fuente: (Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento , 2010)

Elaborado por: El Investigador

Tabla 31: Criticidad de las autobombas

Código	Autobomba	Tipo	Criticidad	Descripción	Tipo mantenimiento
11-AB-01	Mercedes Benz	Contra incendios	A	Servicio puntual y de alta calidad donde su parada por avería puede afectar la integridad de las personas frente a emergencias. Se requiere revisiones periódicas programadas. Los costos de mantenimientos puede ser costosos.	Preventivo
11-AB-02	Hyundai	Contra incendios	A		Preventivo

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En este análisis se ha determinado que las autobombas son equipos Críticos, donde se concluye que el servicio que brindan debe ser de calidad, atendiendo a todas las circunstancias que el cantón Shushufindi puede padecer frente emergencias. En la Tabla 31 se determina la criticidad de las autobombas del cuerpo de bomberos de Shushufindi y mediante el análisis de criticidad se concluye que las autobombas del cuerpo de bomberos necesitan un mantenimiento de tipo preventivo, como lo menciona (Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento , 2010).

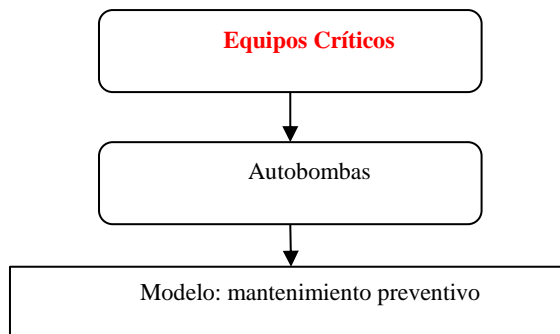


Figura 31: Selección del modelo de mantenimiento

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Después de determinar el tipo de mantenimiento mediante la criticidad del equipo, se deberá realizar el porcentaje de disponibilidad que tendrán de acuerdo a

las actividades que realiza. En la Figura 32 se determina el tipo de disponibilidad dependiendo el modelo programado seleccionado.

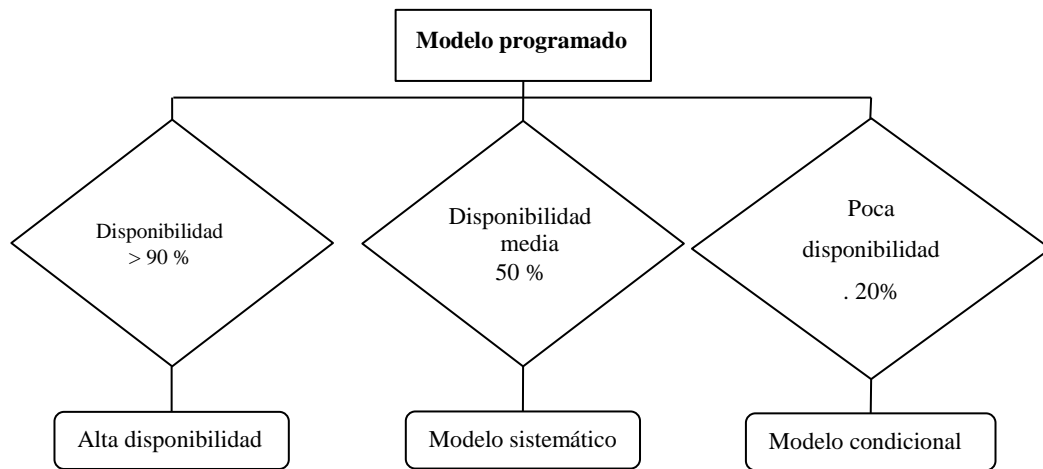


Figura 32: Modelo Programado

Fuente: (Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento , 2010)

Elaborado por: El Investigador

Después de detallar los aspectos más importantes que se desglosó del análisis de criticidad, se procede a realizar el diagrama de flujo del modelo de mantenimiento, derivado de la criticidad de la autobomba para la propuesta.

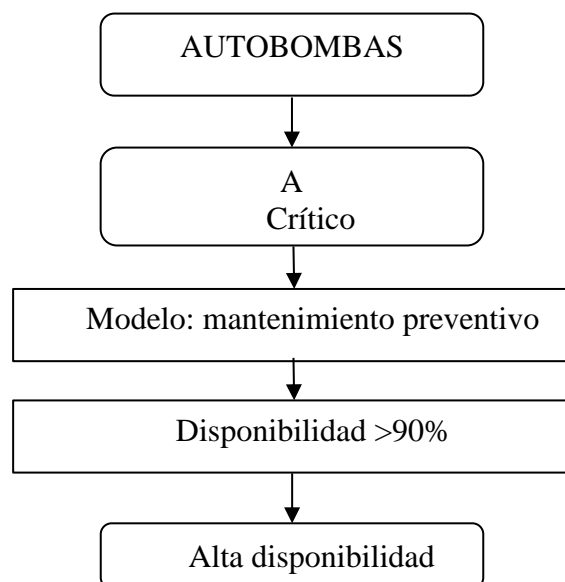


Figura 33: Diagrama de flujo del modelo de mantenimiento

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento

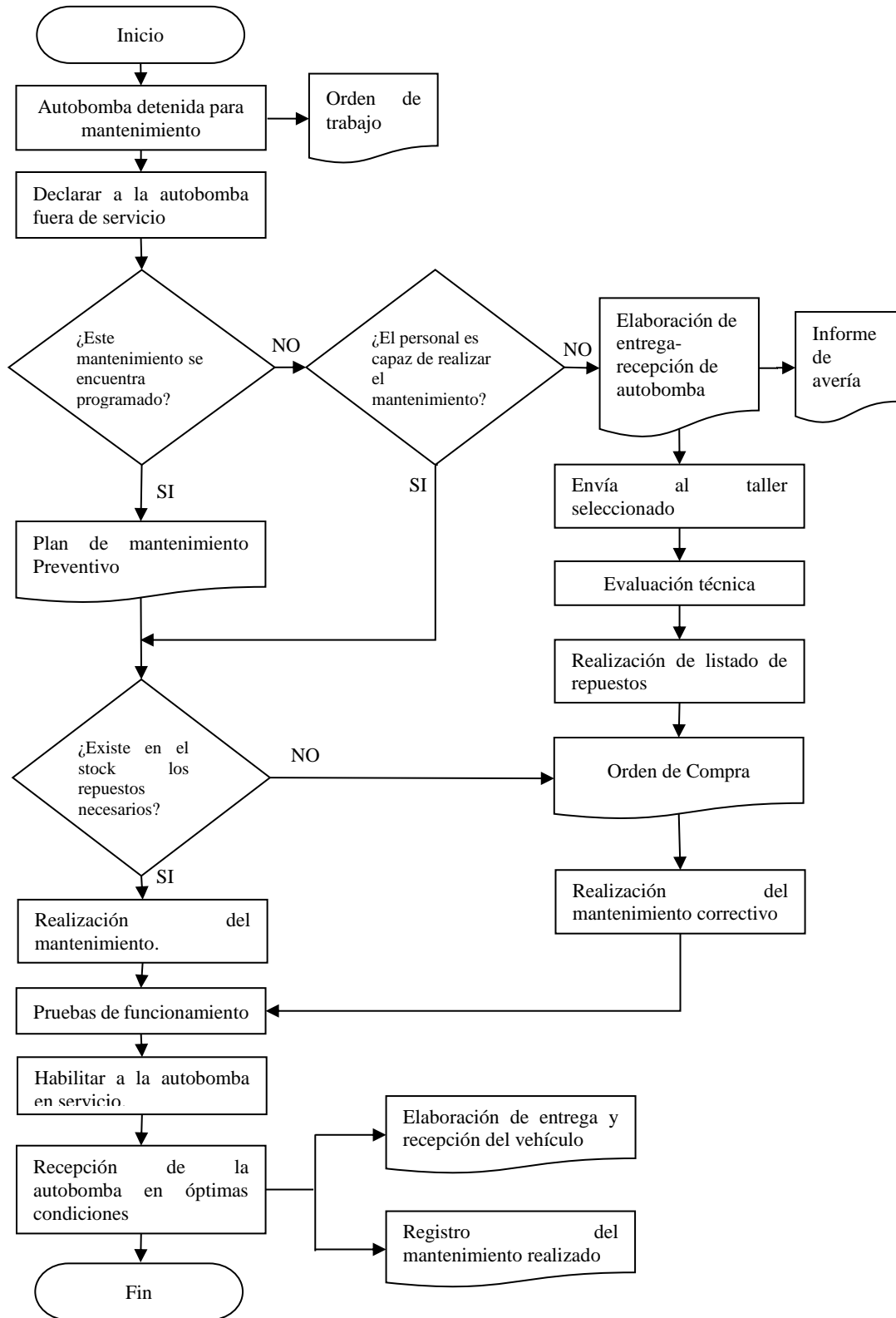


Figura 34: Diagrama de flujo propuesto para el mantenimiento preventivo

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Para el desarrollo de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, en la Figura 34 se muestra el diagrama de flujo para el proceso de mantenimiento de las autobombas del cuerpo de bomberos de Shushufindi, esto facilitará el análisis del proceso de las actividades de mantenimiento

Ficha técnica

En la propuesta del plan de mantenimiento se ha realizado la lista de autobombas que posee el cuerpo de bomberos de Shushufindi. Para implementar esta propuesta se deberá contar con la descripción detallada de cada unidad vehicular de emergencia y de las bombas centrífugas de la que está compuesto. La ficha técnica debe contener las características y especificaciones más importantes de las autobombas, de manera detallada con el objetivo de determinar el plan de mantenimiento para cada uno de ellos. Después, se diseña la ficha técnica para poder determinar qué actividades se empleará a cada autobomba.

CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI			
FICHA TÉCNICA			
INFORMACIÓN DEL VEHÍCULO			
Código:	11 - AB - 01		
Marca:	Mercedes Benz		
Clase:	Vehículo		
Tipo:	Motobomba		
Año:	1998		
Modelo:	L 1620 - 45		
Origen:	Brasil		
Color 1:	Rojo		
Color 2:	Rojo		
INFORMACIÓN DEL REGISTRO DEL VEHÍCULO			
Nº. Placa:	Nº. Chasis:	Nº. Motor	
QEC - 1021	9BM695016WB169689	37796410406426	
INFORMACIÓN TÉCNICA			
Motor	Combustible / Ciclo	Potencia	Nº. Cilindros
OM366A	Diésel 4 tiempos	200 CV a 2600 r.p.m.	6 en línea
Peso	Sistema Combustible	Velocidades	Tracción
8 Toneladas	Inyección directa	5 velocidades	4x2 a las ruedas traseras
Transmisión	Relación Compresión	Cilindraje	Torque
Manual	18:1	7000 c.c.	63 kgm a 1600 r.p.m.

Figura 35: Ficha técnica del vehículo 11 AB 01

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Figura 35, se muestra la ficha técnica del vehículo Mercedes Benz, en este caso las autobombas contra incendios, son vehículos automotrices conformados por equipos para combatir los incendios, el más importante son las bombas centrífugas de agua las cuales tendrán un mantenimiento preventivo diferente al de los vehículos de emergencia

En la Figura 36, se muestra la ficha técnica del vehículo Hyundai HD 170.


CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI			
FICHA TÉCNICA			
INFORMACIÓN DEL VEHÍCULO			
Código:	11 - AB - 02		
Marca:	HYUNDAI		
Clase:	Especial		
Tipo:	Motobomba		
Año:	2008		
Modelo:	HD 170		
Origen:	Corea		
Color 1:	Rojo		
Color 2:	Rojo		
INFORMACIÓN DEL REGISTRO DEL VEHÍCULO			
Nº. Placa:	Nº. Chasis:	Nº. Motor	
KEI - 1541	KMFDA18BP80022488	O6AB7145205	
INFORMACIÓN TÉCNICA			
Motor	Combustible / Ciclo	Potencia	Nº. Cilindros
D6AB - D	Diésel 4 tiempos	286 HP a 2000 r.p.m.	6 en línea
Peso	Sistema Combustible	Velocidades	Tracción
15 Toneladas	Inyección directa	6 velocidades	4x2 ruedas traseras
Transmisión	Relación Compresión	Cilindraje	Torque
Manual	17:1	11.149 c.c.	110 Kgm a 1200 r.p.m.

Figura 36: Ficha Técnica de la autobomba 11 AB 02

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Figura 37, se muestra la ficha técnica de la Bomba Rosenbauer de la autobomba Mercedes Benz

CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI		
FICHA TÉCNICA		
INFORMACIÓN DE LA BOMBA		
Código:	11 - AB 01 - B 1	
Marca:	Rosenbauer	
Modelo:	NH 30	
Tipo:	Bomba centrífuga	
Año:	1998	
Origen:	Austria	
Color 1:	Beige	
Color 2:	-	
INFORMACIÓN TÉCNICA		
Presión Normal	Alta Presión	Transmisión
3000 l/min/10 bar	400 l / min / 40 bar	Engranaje cilíndrico helicoidal, entre 0,906 a 2,588
Eje de Bomba	Lado de la presión	Lado de succión
Acero Inoxidable	Rodamiento de 4 puntos	Rodamiento de agujas
Sello del eje	Dirección de rotación	Primer rendimiento
Sello mecánico	En sentido horario y anti horario	3 m de altura de succión en 3 segundos
Protección Térmica	Relación de caja de cambios	Primer rendimiento
Para Bomba NP y HP	1:2	3 m de altura de succión en 3 segundos
Diseño		
Bomba centrífuga combinada de etapas normales y de alta presión en un solo eje		
Material Bomba		
Carcasa e impulsor de aleación ligera resistente a la corrosión		
Cojinete principal		
Caja de engranajes y la imprimación están lubricados con aceite		
Características		
El cambio de volumen a RPM constante da como resultado cambios de presión minimizados en la boquilla		

Figura 37: Ficha técnica de la bomba Rosenbauer 11 AB01 B1

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

En la Figura 38, se muestra la ficha técnica de la bomba Morita de la autobomba Hyundai HD 170.

CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI			
FICHA TÉCNICA			
INFORMACIÓN DE LA BOMBA			
Código:	11 - AB 02 - B 2		
Marca:	Morita		
Modelo:	OB 10/30		
Tipo:	Centrifuga		
Año:	2008		
Origen:	Korea		
Número de la bomba:	-		
Color 1:	Rojo		
INFORMACIÓN DE LA BOMBA			
Presión de salida (MPa)	Flujo (L/s)	Revolución de entrada (r/min)	
1.0	30	2870	
INFORMACIÓN TÉCNICA			
Cuerpo	Eje de la bomba	Etapas	Impulsor
Hierro Fundido	Acero Inoxidable	B. C. de 1 etapa	Molde de bronce

Figura 38: Ficha técnica de la bomba Morita 11 AB02 B2

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Documentos de mantenimiento preventivo

Orden de trabajo

Los documentos principales que deben contener el plan de mantenimiento preventivo es una orden de trabajo, el mismo documento que emitirá el personal interno del cuerpo de bomberos al momento que les toque alguna actividad programada dentro de la planificación o en aquellos casos que se presente alguna avería.

En la Figura 39 se muestra el formato que servirá para que el encargado del departamento de mantenimiento, llene y emita este documento para enviarla al taller seleccionado en la planificación para que realice las actividades de mantenimiento. Tendrá un apartado donde se especificará el tipo de prioridad

dependiendo de la falla o el mantenimiento establecido para la autobomba, la escala se muestra a continuación:

- **Emergencia:** la actividad de mantenimiento debe realizarse de forma inmediata.
- **Urgente:** la actividad de mantenimiento debe empezar en 24 horas.
- **Normal:** la actividad de mantenimiento debe empezar en 48 horas.
- **Programado:** según las actividades planificadas en el plan de mantenimiento.

Una vez finalizada la actividad, este documento se archivará y se registrará en el historial de mantenimiento.


CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI																	
ORDEN DE TRABAJO				Nº Orden:	001												
Fecha:	31-may-17			Hora entrada:	10:00 am												
Marca:	Mercedes Benz			Código:	11 - AB - 01												
Clase:	Vehículo			Tipo mantenimiento:	Correctivo												
Tipo:	Motobomba																
Año:	1998																
kilometraje:	16550 km																
Nº	Sistema	Descripción	Nombre del Taller	Repuestos necesarios	Prioridad	Tiempo H : m	Costo										
1	ME	Anomalía fuga de aire por un orín del pulmón, realizar el cambio del orín	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONAL ES LY	Orín de pulmón de aire	Emergencia <input type="checkbox"/>	10:00 / 14:00	\$57,00										
					Urgente <input checked="" type="checkbox"/>												
					Normal <input type="checkbox"/>												
					Programado <input type="checkbox"/>												
Autorización para mantenimiento:	TNCR. (B) Jhon Moreno			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sistema</th> <th>Abreviatura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mecánico</td> <td>ME</td> </tr> <tr> <td>Eléctrico</td> <td>EL</td> </tr> <tr> <td>Cambio de Aceite</td> <td>CA</td> </tr> <tr> <td>Carrocería</td> <td>CR</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>OT</td> </tr> </tbody> </table>		Sistema	Abreviatura	Mecánico	ME	Eléctrico	EL	Cambio de Aceite	CA	Carrocería	CR	Otros	OT
Sistema	Abreviatura																
Mecánico	ME																
Eléctrico	EL																
Cambio de Aceite	CA																
Carrocería	CR																
Otros	OT																
Encargado de mantenimiento:																	

Figura 39: Formato propuesto del orden de trabajo.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Acta de entrega y recepción de vehículo

El acta de entrega y recepción del vehículo mostrado en la Figura 40 permite al cuerpo de bomberos asegurarse del estado físico de las autobombas y de los accesorios que posee al momento de realizar la entrega o recepción del vehículo al taller mecánico .


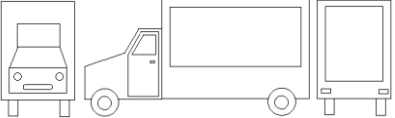
CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI			
ACTA ENTREGA-RECEPCIÓN DE VEHÍCULO		Nº Orden:	001
Fecha:	31-may-16		
Marca:	Mercedes Benz	Código:	1 1 - A B - 0 1
Clase:	Vehículo	kilometraje:	16550 km
Tipo:	Motobomba	Tipo mantenimiento:	Correctivo
Año:	1998		
Nº Chasis:	9BM695016WB169689		
Nº Motor:	377996410406426		
Observaciones: 1. Los accesorios contra incendios se encuentran en los compartimientos de la autobomba. 2. Todos los accesorios están en buenas condiciones para su uso. 3. La carrocería se encuentra en buen estado, sin presencia de abolladuras ni rallones.			
Nº	Accesorios	Cantidad	Estado
1	Radio Móvil VHF 45W	1	Bueno
2	Radio con sirena altavoz	1	Bueno
3	Pin de remolque	1	Bueno
4	Gata, palanca y llave de rueda	1	Regular
5	Manguera de aire y acople	1	Regular
6	Pitón con acople	2	Regular
7	Transformador de espuma	1	Regular
8	Chalecos reflectivos	2	Bueno
9	Botiquín de primeros auxilios	1	Bueno
10	Combo	1	Regular
11	Azadón	1	Regular
12	Barra	1	Regular
13	Hacha de bombero	1	Regular
14	Sierra de cortar madera	1	Bueno
15	Cizalla de 36"	1	Regular
16	Machete leñador	1	Regular
17	Bomba de agua de 5 HP	1	Bueno
18	Extintor PQS de 20 Lbs	1	Regular
19	Extintor CO2 DE 20lbs	1	Regular
20	Llanta de emergencia	1	Bueno
21	Bomba Rosenbauer	1	Bueno
22	Rollos de manguera nodriza	2	Regular
Encargado de mantenimiento:	-		Responsable del taller:
			Servicios Técnicos Profesionales Ly

Figura 40: Formato propuesto del acta de entrega y recepción de vehículo

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Este documento lo llenará el encargado del departamento de mantenimiento, aquel responsable del control y programación de las actividades de mantenimiento de las autobombas del cuerpo de bomberos al momento de externalizar el mantenimiento.

Acta entrega y recepción de repuestos

Es un documento que permite detallar los repuestos que se requieren para el mantenimiento de las autobombas del cuerpo de bomberos programados en el plan de mantenimiento preventivo, los mismos que se entregarán al taller mecánico encargado de realizar las actividades de mantenimiento.

El acta lo llenará el encargado del departamento de mantenimiento, aquel responsable del control y programación de las actividades de mantenimiento de las autobombas del cuerpo de bomberos y del stock de repuestos.

CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI			
ACTA ENTREGA-RECEPCIÓN DE REPUESTOS		Nº. Acta:	001
Fecha:	30-may-16	Código autobomba:	1 1 - AB - 0 1
		Tipo mantenimiento:	Correctivo
Nº	Repuesto	Cantidad	Estado
1	Kit de orines de 3/8 de pulgadas, como se muestra en la figura.	1 juego	Deteriorado
2			
3			
4			
FOTOS			
			
Encargado de mantenimiento:	-	Responsable del taller:	Ing. Juan Carlos Millingalli.

Figura 41: Formato propuesto del acta de entrega y recepción de repuestos

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Orden de Compra

El formato está ilustrado en el Anexo 10 y se utilizará cuando algún vehículo se encuentre en mantenimiento y el repuesto no exista en el stock planificado. El formato permite conocer todos los detalles de la compra e informar al comandante de la institución cuando se vaya a adquirir algún recambio.

Historial de mantenimiento

En la Figura 42 se muestra el formato propuesto para el historial de mantenimiento, este documento servirá para detallar las actividades de mantenimiento realizadas a las autobombas del cuerpo de bomberos. En este documento se describen los siguientes ítems:

- El kilometraje u hora en la que se realizó el mantenimiento preventivo / correctivo.
- N° de la orden de trabajo que solicito la petición de realizar el mantenimiento
- La fecha de inicio y la hora en la que la autobomba entro en mantenimiento
- El tipo de mantenimiento: preventivo, correctivo normal y correctivo urgente.
- Sistema de la autobomba que presento el problema
- Descripción de las actividades de mantenimiento que se le realizo.
- Los repuestos necesarios y el costo
- Costo total del mantenimiento
- La fecha y hora de finalización del trabajo de mantenimiento.

Informe de Averías

Al presentarse una avería este o no determinado en el plan de mantenimiento, el encargado deberá registrar las fallas o daños que se están suscitando tanto en las autobombas como en las bombas contra incendios, para lo cual se ha propuesto en la Figura 43 el formato para informar las averías existentes. Se deberá llenar siempre y cuando se presente una.

CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI															
HISTORIAL MANTENIMIENTO															
Fecha de actualización:		miércoles, 13 de junio de 2018													
Marca:	Mercedes Benz			Código:	11 - AB - 01			Abreviatura		Tipo de mantenimiento		Sistema		Abreviatura	
Clase:	Vehículo			N° Chasis:	9BM695016WB169689			PR	Preventivo		Mecánico	ME			
Tipo:	Motobomba			N° Motor:	37796410406426			CN	Correctivo Normal		Cambio aceite	CA			
Año:	1998							CU	Correctivo urgente		Carrocería	CR			
											Otros	OT			
N°	Kilometraje / Horas	No. Orden Trabajo	Inicio		Tipo Mantenimiento	Sistema	Taller	Descripción de la actividad preventiva / correctiva	Repuestos			Costo		Fin	
			Fecha	Hora H/m					N° E&R	Descripción	Costo	N° Factura	Costo Total	Fecha	Hora H/m
1	16550	002	18/1/2016	09 / 00	CN	EL	Taller Omar	REVISION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL TABLERO	Ninguno	Ninguno	Ninguno	686	\$ 56,00	18/1/2016	11 / 00
2	16572	003	21/1/2016	08 00 /	PR	ME	MANTENIMIENTO EXPRESS JULIAN	CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	Ninguno	Ninguno	Ninguno	689	\$ 156,80	21/1/2016	09 50 /
3	16587	004	23/2/2016	07 00 /	PR	ME	MANTENIMIENTO EXPRESS JULIAN	mantenimientos preventivos y correctivos	Ninguno	Litros de aceite	\$ 25,98	4049	\$ 119,99	23/2/2016	17 00 /
4	16987	005	9/3/2016	10 30 /	CN	OT	TAPICERIA CHARLES	ARREGLO DEL ASIENTO DEL COPILOTO	Ninguno	Ninguno	Ninguno	709	\$ 33,60	9/3/2016	12 30 /
5	17058	006	25/3/2016	09 15 /	CN	ME	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES LY	MANTENIMIENTO DE FUGA DE AIRE	Ninguno	Ninguno	Ninguno	712	\$ 56,00	25/3/2016	11 15 /
6	17542	007	12/4/2016	13 00 /	CN	EL	Tecni Electric Omar	Arreglos del sistema eléctrico de la radio FM	Ninguno	Ninguno	Ninguno	6042	\$ 42,97	12/4/2016	14 00 /
7	17550	008	12/4/2016	13 00 /	CN	OT	Tecni Electric Omar	Arreglo del tablero	Ninguno	Ninguno	Ninguno	6042	\$ 42,97	12/4/2016	14 00 /
8	17568	009	13/4/2016	11 00 /	CN	CR	XPRINT	Colocación de cintas reflectivas.	Ninguno	Ninguno	Ninguno	677	\$ 372,14	13/04/106	14 00 /
9	18240	010	23/5/2016	10 30 /	CN	EL	Taller Omar	MANTENIMIENTO Y REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO - LUCES BOMBILLAS	Ninguno	Ninguno	Ninguno	755	\$ 45,60	23/5/2016	12 00 /
10	18578	001	31/5/2016	09 15 /	CU	ME	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES LY	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE- CAMBIO DE RIN DEL PULMON	Ninguno	Ninguno	Ninguno	761	\$ 57,00	31/5/2016	13 15 /

Figura 42: Formato propuesto del historial de mantenimiento

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador



CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI								
INFORME DE AVERÍAS						N° Informe: 001		
Fecha:	31-may-16	Código:	11 - AB - 01	Marca:	Mercedes Benz	Hora entrada:	10:00 a. m.	
Marque con una X donde se encuentre la avería								
Frenos	Avería	Motor	Avería	Electricidad	Avería	BOMBA CONTRA INCENDIOS	Avería	
Zapatas (Mal Funcionamiento)	<input checked="" type="checkbox"/>	No enciende	_____	Sistema averiado	_____	No enciende	_____	
Pedal de Freno (Flojo)	_____	Se re-calienta	_____	Faros delanteros (no funciona)	_____	Válvulas defectuosas	_____	
RE-calentamiento o ruido	_____	Ruidoso	_____	Faros Traseros (no funcionan)	_____	Sin presión	<input checked="" type="checkbox"/>	
Freno de estacionamiento (Flojo)	_____	Correas flojas	_____	Luces de advertencia (No funciona)	_____	Otros	<input checked="" type="checkbox"/>	
Otro	_____	Vibraciones anormales	_____	Sirena (no enciende)	_____	Manómetros en mal estado	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Otros	_____	Radio	_____	Nivel del tanque de agua	_____	
				Sistema de la cabina (no funciona)	_____	Bomba cebador	_____	
				Otros	_____	Otros	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dirección	Avería	Cabina	Avería	Sistema de aire	Avería	Carrocería	Avería	
Dura	_____	No cierra la puerta	_____	Presión falta/baja	<input checked="" type="checkbox"/>	Abolladura	_____	
Vibraciones	_____	Limpiaparabrisas (gastados, dañados)	_____	Aumento de la presión lento	_____	Puertas atascadas	_____	
Jala para un lado	_____	Asiento flojo	_____	Sin presión	<input checked="" type="checkbox"/>	Daños en la pintura	_____	
Falta de control	_____	Cinturón de Seguridad (flojo, deteriorad)	_____	Otros	_____	Daños en las cintas reflectivas	_____	
Otro	_____	Ventanas y parabrisas dañados	_____					
		Indicadores dañados	_____					
		Pasamanos	_____					
		Retrovisores (rotos, flojos)	_____					
		Otros	_____					
Neumáticos	Avería	Transmisión	Avería	Suspensión	Avería	FOTOS		
Gastados	_____	No funciona la palanca de cambios	_____	Ballesta en mal estado	_____			
Ponchados	_____	Tiene juego	_____	Autobomba inclinada hacia un lado	_____			
Otro	_____	Vibraciones	_____	Conducción con poco control	_____			
		Ruido	_____	Otros	_____			
		Otros	_____					
Observaciones:								
1. Problemas en el sistema de aire, falla del sistema de freno y embrague								
2. Problemas de presión en la bomba Rosenbauer								
3. Fugas por sello mecánico								
4. Manómetros deteriorados.								
5. Realizar un mantenimiento de la bomba Rosenbauer de manera urgente								
Encargado de mantenimiento:							Firma:	

Figura 43: Formato propuesto del informe de averías

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Procedimiento de inspección de las autobombas

La sistemática de inspección facilitará la revisión diaria o semanal de la autobomba del cuerpo de bomberos por parte del bombero operativo o el encargado del departamento de mantenimiento. Esto ayudará a reducir las fallas en los elementos de las autobombas con la finalidad de que no provoquen daños más serios y cuantiosos en cuestión de dinero si no se los soluciona a tiempo (Wieder, 1999).

El método sistemático de inspección que se utilizará es conocido como el método del “Círculo”, y consiste que el bombero operativo se coloque en la puerta del conductor y avance a favor de las manecillas del reloj alrededor de la autobomba como se muestra en la Figura 44, de tal modo que vaya inspeccionando todos los elementos de la misma. El paso final será que el bombero ingresará a la cabina y pondrá en funcionamiento el motor y los sistemas eléctricos.

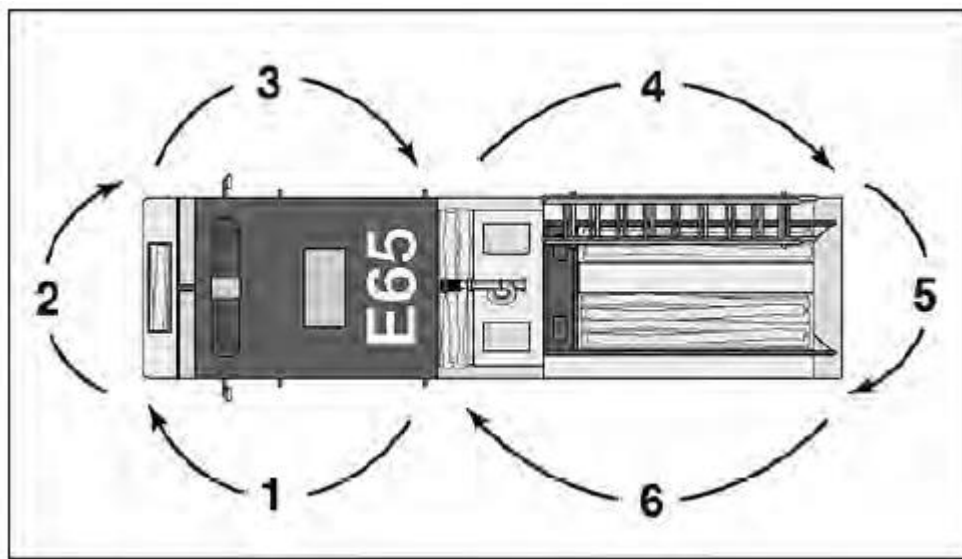


Figura 44: Método del Círculo para la inspección de la autobomba

Fuente: (Wieder, 1999)

Elaborado por: El Investigador

El procedimiento de inspección aplicando el método de *Círculo*, está basado en las normas NFPA 1002 “Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications” para la revisión de los elementos de la autobomba. Con la ayuda de documentos de inspección rutinarios, el operario le facilitará la evaluación puntual

de cada apartado y generará un registro de cada elemento de la autobomba. El procedimiento se detalla a continuación:

1. Aproximación a la autobomba

El operario realizará una inspección visual del autobomba justo en el momento que se acerque a los lados del vehículo, esto intentará descubrir si el camión se encuentra en una posición correcta sin que exista alguna inclinación para un lado. Además, se deberá revisar sobre la parte baja del camión para revisar fugas de líquidos del autobomba.

2. Inspección lateral delantera

Esta inspección se realizará del lado izquierdo (lado del conductor) de la autobomba en la posición de la cabina, se revisará detalladamente en busca de imperfecciones o daños en la estructura externa del vehículo. Después, se revisará el lado derecho (lado del copiloto) de la autobomba, para realizar el mismo procedimiento.

Lo que se evaluará es que las puertas funcionen correctamente al igual que la cerradura, que las ventanillas se encuentren en buenas condiciones y limpias, que las gradas de la cabina y los pasamanos se encuentren fijados correctamente y el tanque de diésel se encuentre intacto y sin presencia de fisuras que permita las fugas del combustible.

La revisión de las llantas para evidenciar el consumo de material mínimo del labrado de los neumáticos debe ser de 1,6 mm, el estado del vástago de la válvula y presión de aire de cada rueda debe ser de 100 a 125 Psi dependiendo del tipo de neumático. El bombero debe verificar si no existe daños en el neumático o grietas que produzcan fugas de aire por las ruedas. Se revisará el ajuste de las tuercas de cada rueda, cada tuerca debe tener un torque 300 Lbf-Ft, observar si los frenos no presentan ninguna anomalía, generalmente suelen evidenciarse fugas en las justas de engranaje del eje que deben ser tratados a tiempo antes de ser usado

3. Inspección delantera

El bombero operativo deberá inspeccionar la carrocería delantera del vehículo y los ejes de las ruedas para observar si existen daños de sus componentes o partes agrietadas o dobladas.

Inspeccionar el estado del parabrisas y los limpiaparabrisas y mantenerlos siempre limpios.

Además, es necesario evaluar el estado de los cristales de las luces, que no presenten daños ni fisuras, que todas las bombillas se enciendan correctamente y revisar el funcionamiento de todas las luces delanteras al momento de poner en marcha la autobomba.

4. Inspección lateral trasera

En este apartado el bombero operativo deberá inspeccionar los laterales traseros de la autobomba, desde la parte trasera de la cabina e inspeccionar todos los componentes mencionados en el apartado 2 *Inspección lateral delantera*. Además, las autobombas suelen poseer llantas gemelas en su parte trasera lo que el encargado deberá revisar que no exista contacto entre los dos neumáticos y se tiene que seguir los pasos mencionados con anterioridad referente a la inspección de los neumáticos.

Se inspeccionará todos los compartimientos de los laterales de las autobombas, revisar que sus puertas se abran correctamente como se observa en la Figura 45, que las bisagras se encuentren en perfecto estado y examinar todos los componentes que posee cada compartimiento que se encuentren ordenados como en la Figura 46.



Figura 45: Puertas laterales de los compartimientos

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador



Figura 46: Orden de los accesorios de los compartimientos

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Todos los componentes que están colocados en los laterales del vehículo se deberá inspeccionar para garantizar el correcto uso al momento de una emergencia, empezando por:

Escaleras: deben estar situados en la parte superior de la autobomba en posición horizontal paralela con el vehículo, inspeccionar si se encuentran bien situados en su posición y que estén enganchados a la carrocería como se aprecia en Figura 47.



Figura 47: Posición de las escaleras

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Mangueras, toma de mangueras y carretes de mangueras: deben estar situados en los compartimientos laterales de la autobomba, doblados y ordenados correctamente como se aprecia en la Figura 46. En el caso de las tomas de agua deberán estar colocadas en el compartimiento de cada manguera dependiendo su tamaño. Se inspeccionarán que las bases del carrete de la manguera estén bien sujetados al chasis, después se revisará que la manguera se encuentre enrollado sin ningún inconveniente como se observa en la Figura 48 para cuando se vaya a utilizar.



Figura 48: Carrete de manguera

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Herramientas de entrada forzada, tanques de respiración autónoma y extintores: se colocarán en otro compartimiento, los extintores se colocarán en posición vertical y sujetadas mediante abrazaderas al chasis del vehículo como se observa en la Figura 50. Los tanques de CO₂ para el tanque de polvo químico (PQS) estarán situados en su correspondiente estructura, los mismos que estarán en posición horizontal como se aprecia en la Figura 49 y se deberá inspeccionar su presión en su respectivo manómetro. La presión ideal que deberán tener es de 2500 Psi.



Figura 49: Tanques de CO₂ y tanque PQS

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Además, se colocarán los conos reflectivo en posición vertical al vehículo como se muestra en la Figura 50, se revisará que no presenten ningún desperfecto como: grietas, abolladuras, huecos entre otros que afecte el correcto funcionamiento.



Figura 50: Extintores y conos reflectivo

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Inspeccionar que los adhesivos reflectantes de emergencia se encuentren pegados completamente a la carrocería como se observa en la Figura 51, que no se encuentren deteriorados o sucios que dificulte su visibilidad.



Figura 51: Adhesivos reflectantes de emergencia

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

El tanque de agua se inspeccionará en busca de problemas en su estructura o fugas, revisando la mirilla del tanque como se presenta en la Figura 52. Si el nivel de la mirilla disminuye en un periodo de tiempo de 1 hora, significa que existen fugas.



Figura 52: Mirilla del tanque de agua

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

5. Inspección trasera

Se debe seguir los mismos pasos que se realizó en el apartado 3 *Inspección delantera*, y verificar si el chasis, los ejes traseros de las ruedas y el parachoques no presenta ningún daño.

El procedimiento de revisión de las luces de emergencia y faros será similar que el apartado 3, complementando a esta revisión se inspeccionará los equipos que se encuentren en la parte trasera, como son las bombas contra incendios, aquí el bombero operario deberá realizar una inspección más detallada del equipo en busca de nuevos daños o problemas de funcionamiento. Del mismo modo se verificará el correcto funcionamiento de las puertas traseras y de los equipos que se colocan en su exterior, como son: escaleras, mangueras, toma de mangueras, herramientas de entrada forzada, tanques de respiración autónoma, carretes de mangueras, extintores, adhesivos reflectantes de emergencia, luces de emergencia, entre otros.

Inspeccionar el acomodo de las mangueras y el número que cada autobomba debe llevar frente a una emergencia, también evaluar el estado de los carretes de las mangueras y que funcionen correctamente. Terminado la inspección trasera se deberá continuar con el otro lado del vehículo.

6. Inspección de la cabina

Terminada la inspección externa de la autobomba, el paso siguiente es ingresar a la cabina y revisar el correcto funcionamiento del asiento, los cinturones de seguridad y los espejos retrovisores. Después asesórese de que los componentes eléctricos no estén encendidos para evitar que la batería se agote y siga con los siguientes pasos:

- Encienda el vehículo para realizar una revisión mecánica.
- Esperar que el motor alcance la temperatura normal para su funcionamiento, evitar sobre revolucionarlo de inmediato para evitar daños prematuros.
- Asesórese de que los cinturones estén en buen estado y que la hebilla pueda abrir y cerrar correctamente.

- Inspeccionar la posición del volante, buscar signos de daños en la dirección que impida el ajuste del mismo.
- Revisar el tablero de instrumentación, observando si los indicadores funcionan correctamente y si se desactivan automáticamente después de encender el vehículo.
- El velocímetro debe estar en 0 o muy aproximado del mismo, si se evidencia que no se encuentra en esa posición, puede ser por dos razones: primera, el velocímetro está dañado o segundo, se encuentra activado el engranaje de la bomba en lugar de la transmisión. Se deberá desactivar al instante de ponerlo en marcha al motor.
- Revisar el indicador de combustible, el cuerpo de bomberos debe tener por norma que el combustible se encuentre $\frac{3}{4}$ partes del tanque, con la finalidad de que pueda acudir a emergencia sin inconvenientes acerca del combustible.
- El bombero operativo debe revisar el correcto funcionamiento de todos los controles de la cabina probando una por una.
- Verificar el funcionamiento del pedal de embrague, presionando el pedal desde su posición inicial hasta el fondo. Si existe un juego excesivo o mínimo de recorrido se deberá ajustar, si aún persiste el problema se deberá realizar un análisis más detallado.
- Revisar el sistema de dirección moviendo 10° a cada lado evitando que las ruedas giren, este es el rango permitido de juego para el correcto funcionamiento, como se muestra en la Figura 53.

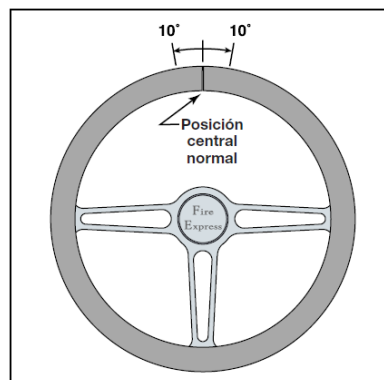


Figura 53: Rango de juego del volante

Fuente: (Wieder, 1999)

Elaborado por: El Investigador

- El sistema de freno debe ser verificado, el operario al momento de encender el vehículo deberá esperar 60 segundos para que el sistema de freno neumático funcione correctamente. Este es el rango que el sistema de aire alcance la presión necesaria. Para probar el funcionamiento, es necesario rodar a una velocidad de 10 km/h y presionar el pedal de freno, el vehículo deberá detenerse inmediatamente. El mismo procedimiento para el freno de estacionamiento. Si no es así, deberá acudir a un técnico especializado.

7. Inspección del motor

Para la revisión del motor es necesario realizarlo previo al accionamiento del motor para evitar que los fluidos lubriquen las partes internas del motor y arroje lecturas erróneas. Para el mantenimiento preventivo es necesario realizar una serie de inspecciones rutinarias con el fin de conservar el estado del motor y descubrir posibles fallas.

El encargado para realizar la inspección deberá seguir los lineamientos del recorrido diario parte del mantenimiento preventivo.

Este procedimiento de la manera correcta de inspección de las autobombas del cuerpo de bombero fue desarrollado basado en el “Manual del conductor/operario del vehículo autobomba”, en el cual se estipula los lineamientos necesarios para realizar esta tarea (Wieder, 1999).

Todo el contenido fue escrito de manera estándar y se detalló todos los pasos necesarios para las autobombas del cuerpo de bomberos de Shushufindi.

Plan de Mantenimiento Preventivo

Según (NFPA 1911, 2007) detalla que las inspecciones y mantenimientos de los aparatos contra incendios se deben realizar por separados y que los programas de mantenimientos se desarrollarán de acuerdo a las características y operaciones de cada equipo contra incendio e inclusive el mantenimiento automotriz de las autobombas. Para ello se desarrollará por separado el plan de mantenimiento.

Plan de mantenimiento para las Autobombas

Para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo se debe tener en consideración los siguientes aspectos, los cuales son la base para la extracción de información para la elaboración y ejecución del programa:

- Manual de mantenimiento del fabricante
- Norma: NFPA 1911 “Inspection, Maintenance, Testing, and Retirement of In-Service Automotive Fire Apparatus”
- Las fallas más frecuentes registradas en el historial de mantenimiento de las autobombas, presentadas en el capítulo IV.

El plan de mantenimiento consta de tres procesos importantes que servirán para mantener las autobombas operativas, estas son las descritas a continuación:

1. Actividades de inspecciones diarias/semanal
2. Actividades de mantenimiento anual
3. Actividades de mantenimiento de acuerdo el kilometraje

Actividades de inspecciones diarias/semanal

Las actividades de mantenimiento diarias se consideran como el proceso 1 de mantenimiento llevadas a cabo por el bombero operario de turno que se encuentra a cargo de la autobomba. El formato presentado en la Figura 54, fue desarrollado para las autobombas de los bomberos basados en los criterios y las bases técnicas establecidas en la norma NFPA 1911 exclusivo para el mantenimiento diario de los camiones de emergencia, evitando que las mínimas fallas desencadenen en grandes averías e impida el pleno funcionamiento.

CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI



Plan de Mantenimiento: Recorrido diario
Vehículo Contra incendios

Código del equipo:	11 - A B - 01	Kilometraje Inicial:	35412
Marca:	Mercedes Benz.	Kilometraje Final:	35560
Fecha:	2-may-18	Semana:	1era de Mayo

Leyenda

C	: Correcto	X	: Regular	R	: Requiere reparación (comentario del problema)
---	------------	---	-----------	---	--

Ítem	OPERACIÓN	DÍAS						
		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
MOTOR								
1	Verificar el nivel del aceite del motor	C	C	C	C	C	C	C
2	Verificar el nivel de refrigerante del motor	C	C	C	C	C	C	C
3	Verificar fugas de aire en las mangueras	C	C	C	C	C	C	C
4	Verificar el líquido de dirección	C	C	C	C	C	C	C
EXTERIOR DEL VEHÍCULO								
1	Verificar si hay fugas de líquido debajo del vehículo	C	C	C	C	C	C	C
3	Revisar las ruedas y el ajuste de las tuercas	X	C	C	C	R	C	R
4	Verificar el estado de los neumáticos	X	X	X	X	X	X	X
5	Revisar la presión de aire de los neumáticos	C	X	C	C	C	C	C
CABINA DEL VEHÍCULO								
1	Revisar los asientos y cinturones de seguridad	C	C	C	C	C	C	C
2	Encender el motor, revisar los indicadores del tablero	C	C	C	C	C	C	C
3	Verificar el nivel de líquido del limpia parabrisas	C	C	C	C	C	C	C
4	Revisar los limpia parabrisas	C	C	C	X	X	X	X
5	Verificar el ajuste y la operación del espejo retrovisor	C	C	C	C	C	C	C
6	Revisar el claxon y baliza	C	C	C	C	C	C	C
7	Revisar la dirección del volante	C	C	C	C	C	C	C
8	Verificar los parabrisas y los espejos de la cabina	C	C	C	C	C	C	C
CHASIS DEL VEHÍCULO								
1	Revisar las escaleras y los estribos	C	C	C	C	C	C	C
2	Verificar la condición del chasis	C	C	C	C	C	C	C
3	Verificar el estado de las agarraderas	R	R	R	R	R	R	R
ELÉCTRICO								
1	Verificar el voltaje de la batería y del sistema de carga	C	C	C	C	C	C	C
2	Verificar el voltaje del sistema eléctrico	C	C	C	C	C	C	C
3	Verificar todas las luces	C	C	C	C	C	C	C
FRENO								
1	Verificar la presión del sistema de aire	C	C	C	C	C	C	C
2	Verificar el freno de estacionamiento	C	X	X	X	X	X	X
3	Verificar el nivel del fluido hidráulico del embrague	C	C	C	C	C	C	C

Comentario:

- Se requiere un reajuste de las tuercas de las ruedas
- Los limpia parabrisas se encuentran en regulares condiciones, se recomienda un reemplazo
- Algunas agarraderas se encuentra flojas
- Ajustar el freno de estacionamiento
-

Encargado de mantenimiento: _____

Firma: _____


Figura 54: Recorrido diario para las autobombas

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Inspecciones preventivas anual

Las actividades de mantenimiento anual se consideran como el proceso 2 de mantenimiento llevadas a cabo por un técnico especializado en mecánica automotriz de un determinado taller, donde se han externalizado el mantenimiento. El formato presentado en la Figura 55, fue desarrollado para las autobombas de los bomberos basados en los criterios y las bases técnicas establecidas en la norma NFPA 1911 exclusivo para el mantenimiento anual.

CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI			
Plan de Mantenimiento: Recorrido anual Vehículo Contra incendios			
Código del equipo:	11 - A B - 01	Kilometraje Inicial:	35412
Marca:	Mercedes benz	Kilometraje Final:	35412
Fecha:	30-abr-18		
Leyenda			
U : No existe fugas o daños o ruidos	C :Correcto	X : Visualmente aceptable	R :Requiere reparación o ajuste antes de su uso.
S : Existencia de un daño o ruido			H : Trabajo realizado
INSPECCIÓN DEL CHASIS			
<input type="checkbox"/> Nivel del aceite y su condición	<input type="checkbox"/> Cables y abrazaderas de la batería	<input type="checkbox"/> Nivel del fluido de la batería	<input type="checkbox"/> Voltaje del terminal de la batería
<input type="checkbox"/> Fugas de aceite	<input type="checkbox"/> Bastidores y conexiones del chasis	<input type="checkbox"/> Condición del cable del motor de arranque	<input type="checkbox"/> Operación del motor de arranque
<input type="checkbox"/> Nivel del anticongelante	<input type="checkbox"/> Pernos de montaje del ventilador y ajuste	<input type="checkbox"/> Estado de las mangueras del radiador	<input type="checkbox"/> Funcionamiento del embrague
<input type="checkbox"/> Condición de los soportes del motor	<input type="checkbox"/> Estado de las mangueras del radiador	<input type="checkbox"/> Condición del elemento del filtro de aire	<input type="checkbox"/> Tubos y mangueras de entrada de aire
<input type="checkbox"/> Presión de la tapa del radiador	<input type="checkbox"/> Funcionamiento del embrague	<input type="checkbox"/> Condición de todos las bandas y ajuste	
<input type="checkbox"/> Fugas en el sistema de combustible	<input type="checkbox"/> Condición del elemento del filtro de aire		
<input type="checkbox"/> Condición de las mangueras del sistema de combustible	<input type="checkbox"/> Tubos y mangueras de entrada de aire		
<input type="checkbox"/> Nivel del líquido de dirección asistida	<input type="checkbox"/> Condición de todos las bandas y ajuste		
<input type="checkbox"/> Bomba de dirección asistida y mangueras			
<input type="checkbox"/> Condición de la manguera del refrigerante y revisión de fugas			
<input type="checkbox"/> Soportes de montaje del alternador			
<input type="checkbox"/> Conexiones del alternador			
<input type="checkbox"/> Voltaje de salida del sistema de carga			
<input type="checkbox"/> Conexiones auxiliares del radiador			
<input type="checkbox"/> Estado de la batería y mantenerla			
COMPONENTES DEL CHASIS			
Nivel de los fluidos		Eje delantero	
<input type="checkbox"/> Engrasar chasis	<input type="checkbox"/> Condición del amortiguador delantero	<input type="checkbox"/> Rodamientos de la rueda delanteros y perno guía	
<input type="checkbox"/> Cambio de todos los fluidos			
Dirección		Eje posterior	
<input type="checkbox"/> Articulación de dirección y terminales	<input type="checkbox"/> Condición del amortiguador posterior	<input type="checkbox"/> Revisión de paquete trasero y perno guía	
<input type="checkbox"/> Ajuste del soporte de la caja de dirección	<input type="checkbox"/> Revisión de paquete trasero y perno guía	<input type="checkbox"/> Bridas de eje de transmisión trasero (revisión de fugas de aceite)	
<input type="checkbox"/> Tuberías del sistema de dirección (fugas)			
<input type="checkbox"/> Nivel de fluido de la caja de dirección manual			

<p style="text-align: center;">Transmisión</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Nivel de fluido de transmisión</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Condición del soporte de la transmisión</p>	<p style="text-align: center;">Frenos</p> <p><input type="checkbox"/> Condición del freno (cantidad de material de la zapata)</p> <p><input type="checkbox"/> Operación y ajuste del freno</p> <p><input type="checkbox"/> Válvulas y tanques de freno de aire</p> <p><input type="checkbox"/> Lubricar el pasador del pivote del pedal de freno</p> <p><input type="checkbox"/> Drenar los tanques de aire y revisar el secador de aire</p> <p><input type="checkbox"/> Líneas de freno y pulmón de aire</p> <p><input type="checkbox"/> Fugas de aire</p> <p><input type="checkbox"/> Funcionamiento del freno de estacionamiento</p>
<p style="text-align: center;">Combustible</p> <p><input type="checkbox"/> Tanque de combustible, fugas en las tuberías</p> <p><input type="checkbox"/> Soporte del tanque de combustible</p>	
<p style="text-align: center;">Neumáticos</p> <p><input type="checkbox"/> Condición del neumático y del aro</p> <p><input type="checkbox"/> Ajuste de las tuercas de los neumáticos</p> <p><input type="checkbox"/> Profundidad del labrado Delantero 12mm Posterior 14 mm</p> <p><input type="checkbox"/> Presión de aire de los neumáticos Delantero 100 Psi Posterior 100 Psi</p>	
<p style="text-align: center;">Línea motriz</p> <p><input type="checkbox"/> Revisión del cardán</p> <p><input type="checkbox"/> Rodamientos de la línea motriz</p>	
CABINA & CARROCERÍA	
<p><input type="checkbox"/> Soporte de la cabina y mecanismo de inclinación</p> <p><input type="checkbox"/> Marco de la cabina y chapa</p> <p><input type="checkbox"/> Soporte de las puertas y manijas</p> <p><input type="checkbox"/> Condición de las ventoleras de la cabina</p> <p><input type="checkbox"/> Condición de los soportes de asiento de la cabina</p> <p><input type="checkbox"/> Condición del soporte del cinturón de seguridad</p> <p><input type="checkbox"/> Soporte y alineación del volante</p>	<p><input type="checkbox"/> Funcionamiento del sistema de calefacción</p> <p><input type="checkbox"/> Unión del pedal del acelerador</p> <p><input type="checkbox"/> Funcionamiento de la palanca de cambios</p> <p><input type="checkbox"/> Unión del pedal de embrague</p> <p><input type="checkbox"/> Limpiaparabrisas</p> <p><input type="checkbox"/> Condición del soporte del espejo</p> <p><input type="checkbox"/> Funcionamiento de la bocina</p>
Carrocería	
<p><input type="checkbox"/> Condición del manija y bisagras de las puertas de compartimiento</p>	<p><input type="checkbox"/> Condición del equipo auxiliar</p>
SISTEMA ELÉCTRICO DE LA CABINA & CARROCERÍA	
<p><input type="checkbox"/> Faros delanteros y luces altas</p> <p><input type="checkbox"/> Luces de estacionamiento y direccionales</p> <p><input type="checkbox"/> Luces traseras (Stop)</p> <p><input type="checkbox"/> Luces de reversa</p> <p><input type="checkbox"/> Funcionamiento de la señal de giro y de peligro</p> <p><input type="checkbox"/> Soporte y funcionamiento de la sirena</p>	<p><input type="checkbox"/> Funcionamiento de los focos de la cabina</p> <p><input type="checkbox"/> Funcionamiento de las luces auxiliares</p> <p><input type="checkbox"/> Luces de advertencia delanteras</p> <p><input type="checkbox"/> Luces de advertencia posteriores</p> <p><input type="checkbox"/> Luces de advertencia de intersección</p> <p><input type="checkbox"/> Luces de los compartimientos</p>
INSPECCIÓN DE LA LÍNEA DE VOLTAGE	
<p><input type="checkbox"/> Fuente de alimentación (batería)</p> <p><input type="checkbox"/> Equipos impulsados eléctricamente</p> <p><input type="checkbox"/> Controles eléctricos</p>	
PRUEBAS DE CONDUCCIÓN Y OPERACIÓN	
<p><input type="checkbox"/> Presión del aceite de motor</p> <p><input type="checkbox"/> Temperatura del motor</p> <p><input type="checkbox"/> Funcionamiento del tacómetro</p> <p><input type="checkbox"/> Ruidos frontales</p> <p><input type="checkbox"/> Funcionamiento del compresor de aire</p>	<p><input type="checkbox"/> Cambio de marchas</p> <p><input type="checkbox"/> Operación del embrague</p> <p><input type="checkbox"/> Operación del freno</p> <p><input type="checkbox"/> Funcionamiento del velocímetro</p>
<p>Comentarios:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La autobomba se encuentra en óptimas condiciones para su uso. 2. 3. 4. 5. 	
<p>Encargado de mantenimiento: -</p>	<p>Firma: _____</p>

Figura 55: Plan de mantenimiento anual de las autobombas

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador


Programa de mantenimiento preventivo de acuerdo al kilometraje

Las actividades de mantenimiento preventivo se consideran como el proceso 3 del programa de mantenimiento externalizadas a un taller especializado. La serie de actividades programadas fueron detalladas a partir de los manuales de mantenimiento de cada camión de emergencia y de las fallas frecuentes que se han presentado y detallado en el historial de mantenimiento

El formato presentado en la Tabla 32, fue desarrollado para las autobombas: 11-AB-01 (Mercedes Benz L-1620) y 11-AB-02 (Hyundai HD-170), extraído de los manuales del fabricante y de las fallas más comunes.

Se consideran las características particulares y las condiciones de trabajo de cada unidad que cada una se enfrenta diariamente para combatir las emergencias de la población. El programa fue diseñado por el autor como propuesta de un plan de mantenimiento preventivo, elaborado y planificado según lo establecido en los documentos mencionados.

Tabla 32: Programa de mantenimiento preventivo de las Autobombas

CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI																					
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																					
Código:	11-AB-01	Código:	11-AB-02																		
Marca:	Mercedes Benz	Marca:	HYUNDAI																		
Clase:	Vehículo	Clase:	Especial																		
Tipo:	Motobomba	Tipo:	Motobomba																		
Año:	1998	Año:	2008																		
N° Chasis:	9BM695016WB169689	N° Chasis:	KMFDAI8BP8O022488																		
N° Motor:	37796410406426	N° Motor:	O6AB7145205																		
R : Realizar		C : Cambiar																			
I : Inspeccionar, Verificar																					
Item	Actividades programadas Servicios de mantenimiento equivalente para un año	x 1000 Kilómetros																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Código:		11-AB-01 11-AB-02																			
MOTOR																					
1	Filtro de aceite	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2	Filtro de combustible	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
3	Filtro de aire	C	I	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
4	Aceite	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
5	Aceite de caja de cambios			I	C				I	C			I	C			I	C			
6	Aceite de transmisión			I	C				I	C			I	C			I	C			
7	Aceite de la dirección hidráulica		I	C	I		I		I		I	C		I		I		I		I	C
8	Kit Embrague			I									I			C					I
9	Servicio completo del motor			I									R								I
10	Líquido de refrigeración del motor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I
11	Alineación, balanceo y rotación				R				R				R				R				R
FRENO																					
12	Líquido de embrague										I										C
13	Pedal de freno			I			I			I			I			I			I		
14	Fugas del sistema			I			I			I			I			I			I		
15	Sistema de freno tambor y zapatas (regular)								R								R				
16	Freno de estacionamiento (regular) y pedal de freno				R				R				R				R				R
17	Cambio del diafragma del pulmón de aire de freno																				C
LUBRICACIÓN A BAJA PRESIÓN																					
18	Conectores y manguera neumáticas			I			I			I			I			I			I		
19	Árboles de accionamiento de zapatas de freno delantero y trasero			I					I			I			I			I			I
20	Lubricación de crucetas de los arboles de transmisión	R		R		R		R		R		R		R		R		R		R	
21	Carter del motor (fugas por empaques)			I									I								I
22	Caja de cambios (fugas por empaques)			I									I								I
23	Sistema de dirección hidráulica (inspección de fugas por las mangueras)				I				I				I			I					I
24	Sistema de admisión (tubo de admisión entre filtro de aire y motor)			I									I								I
25	Sistema de ventilación y calefacción			I									I								I
26	Válvulas del motor admisión y escape (Verificar holgura)			R									R								R
27	Bandas de accionamiento y tensores						I						C						I		
CHASIS Y CARROCERÍA																					
28	Chasis (reajuste de tuercas y tornillos)			R									R								R
29	Amortiguadores de la suspensión delantera y trasera				I								I								C
30	Fijación de la barras de dirección y de conexión															C					
31	Fijación de la barra estabilizadora delantera y trasera				I				I				I				I				I
32	Reajustar de los soportes de los paquetes de la suspensión delantera y trasera al bastidor del chasis				R				R				R				R				R
33	Reajustar de los soportes del depósito de combustible al bastidor del chasis				R								R								R
34	Reajustar pernos de la cabina al cuadro del chasis				R								R								R
35	Dirección			I									I								I
36	Punta de ejes delanteros y posteriores (grasa y retenedores)												C								

3. Retire el tapón del cárter del motor con una llave de 19 mm que se encuentra en la parte inferior del motor para vaciar y dejar escurrir el aceite.



Figura 57: tapón del cárter

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

4. Esperar hasta que se haya escurrido por completo el aceite contenido en el cárter
5. Utilizar una llave quita filtros para retirar el filtro que se encuentra en la parte inferior del motor.



Figura 58: Filtro de aceite del motor

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

6. Con unas gotas de aceite lubricar el empaque del nuevo filtro y enroscar hasta el tope con la mano y luego ajustar un cuarto de vuelta.
7. Limpiar el tapón de vaciado, verificar en el aceite si no existen partículas de materiales por desgastes internos del motor y colocarlo en el cárter y ajustarlo con la llave de 19mm.
8. Retirar el tapón de llenado de aceite en la parte superior del motor.



Figura 59: Tapón de llenado de aceite

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

9. Colocar 5 galones de aceite 15W40 para motores a diésel en el motor de la autobomba BRAVO 1.
Colocar 8 galones de aceite 15W40 para motores a diésel en el motor de la autobomba BRAVO 2
10. Verificar en la bayoneta del indicador del nivel aceite para comprobar que se encuentre la cantidad correcta de aceite antes de su funcionamiento.



Figura 60: Bayoneta del motor

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

11. Encender el motor por un minuto para que el aceite circule por las partes internas y revisar en busca de fugas o ruidos extraños, apague el motor y vuelva a comprobar el nivel de aceite con la bayoneta indicadora del nivel.

CAMBIO DE FILTRO DE AIRE

Tipo: Cambio **Tiempo:** Cada 10000 km **Bomba:** Mercedes Benz y Hyundai

1. Abrir el compartimiento del filtro de aire.
2. Retirar el filtro de aire usado.
3. Limpiar el compartimiento del filtro de aire con una brocha y franela
4. Colocar el nuevo filtro de aire de la misma manera que se encontraba el anterior

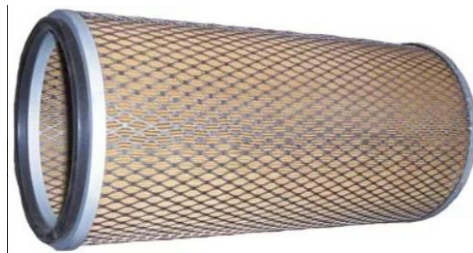


Figura 61: Filtro de aire para motores a diésel.

Fuente: (Mercado Libre, s.f.)

Elaborado por: El Investigador

5. Cerrar el compartimiento del filtro de aire fijamente para evitar que ingresen partículas de polvo y pueda causar daño en el turbo y los inyectores del motor.
6. Revisar niveles de líquido de frenos y agua de enfriamiento en el radiador
7. Revisar estado de las bandas y ajustar si es necesario.

CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE

Tipo: Cambio **Tiempo:** Cada 5000 km **Bomba:** Mercedes Benz y Hyundai

1. Con el motor apagado retirar el filtro utilizando una llave quita filtros.
2. Colocar unas gotas de diésel y lubricar el empaque del nuevo filtro de combustible e insertarlo en su lugar.
3. Enroscar el filtro hasta el tope con la mano y luego ajustar $\frac{1}{4}$ de vuelta.

4. Retirar el tapón que se encuentra encima del filtro para expulsar el aire que se encuentra en el sistema. Luego presionar la bomba manual de combustible para purgar todo el aire que se encontraba en el sistema.
5. Dejar de purgar el sistema cuando se expulse combustible sin burbujas por la parte superior del filtro.
6. Colocar el tapón y la operación ha terminado.



Figura 62: Filtro de combustible

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

CAMBIO DE ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS

Tipo: Cambio **Tiempo:** Cada 25000 km **Bomba:** Mercedes Benz y Hyundai

1. Con el vehículo frío comenzar el cambio de aceite de la caja de cambios.
2. Retirar el tapón desmontable de la caja de cambios con un dado hexagonal N°17 mm.



Tapón de vaciado de la caja de cambios

Figura 63: Caja de cambios

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

3. Colocar un recipiente debajo de la caja de cambios y dejar escurrir completamente el aceite usado.
4. Colocar nuevamente el tapón desmontable con el dado hexagonal N°17 mm.
5. Colocar el nuevo aceite mediante la entrada de aceite que se encuentra al costado derecho de la autobomba, retire el tapón de llenado con un dado hexagonal N°17.
6. Colocar 2 ½ Galones de aceite para caja de cambios GL4 80W90 para la autobomba BRAVO 1.
Colocar 5 Galones de aceite para caja de cambios GL4 80W90 para la autobomba BRAVO 2.
7. Colocar el tapón de llenado y encienda el vehículo por un minuto, para que el aceite circule por las partes internas de la caja de cambio.

CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN

Tipo: Cambio **Tiempo:** Cada 25000 km **Bomba:** Mercedes Benz y Hyundai

1. Con el vehículo frío empezar el cambio de aceite de transmisión.
2. Retirar el tapón desmontable de la parte baja de la autobomba con un dado hexagonal N°14 mm.
3. Colocar un recipiente debajo de la transmisión y dejar escurrir completamente el aceite usado.
4. Colocar nuevamente el tapón desmontable con el dado hexagonal N°14 mm.
5. Colocar el nuevo aceite mediante la entrada de aceite que se encuentra en la parte trasera de la autobomba, retire el tapón de llenado con un dado hexagonal N°14 mm.
6. Colocar 5 Galones de aceite para caja de cambios GL4 85W140 para la autobomba BRAVO 1 y BRAVO 2.
7. Colocar el tapón de llenado y encienda el vehículo por un minuto, para que el aceite circule por las partes internas de la caja de cambio.

CAMBIO DE ACEITE DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA

Tipo: Cambio **Tiempo:** Cada 60000 km **Bomba:** Mercedes Benz y Hyundai

1. Con el vehículo frío empezar el cambio de aceite de la dirección hidráulica.
2. Elevar el vehículo mediante la gata hidráulica y asegure las llantas traseras antes de realizar cualquier trabajo. Verificar que las llantas delanteras puedan girar libremente para que el aceite del sistema se drene completamente.
3. Retirar la cañería o el drenador ubicada en la parte frontal de la autobomba para retirar el aceite del sistema, colocar un recipiente para esta actividad.



Figura 64: Cajetín hidráulico

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

4. Girar el volante de izquierda a derecha para expulsar el aceite de la dirección
5. Reinstalar nuevamente la cañería o el drenador en el sistema.
6. Cambiar el filtro ubicado en el reservorio.
7. Colocar el nuevo aceite hidráulico DEXRON III, 1 ½ galón para las autobombas BRAVO 1 y BRAVO 2.
8. Encender el vehículo por un lapso de 5 minutos y completar el aceite mientras gira el volante de izquierda a derecha hasta que se encuentre en el nivel correcto.
9. Bajar el vehículo y revisar en la parte inferior de la autobomba en busca de fugas o ruidos por la presencia de aire en el sistema. Si el ruido persiste requiere de un análisis completo para detectar el daño.

PEDAL Y SISTEMA DE FRENO

Tipo: Realizar e Inspeccionar **Tiempo:** Cada 60000 km **Bomba:** Mercedes Benz y Hyundai

Las autobombas poseen un sistema de frenado neumático, compuesto por una válvula de aire y un sistema de aire que se transmite al pulmón. La válvula principal corta el flujo del aire para accionar el freno de estacionamiento el cuál es impulsado por medio de un resorte con una presión de 200 Psi. Este sistema permite brindar una regulación completa de los frenos de las autobombas.

1. Regular los frenos mediante un sistema de ratchet de freno utilizando una llave N° 19.



Figura 65: Ratchet del freno

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

2. Con la llave N° 19, ajustar el regulador hacia la derecha y aflojar 2 puntos (Dientes de engranaje).
3. Para regular el freno de las ruedas posteriores deberá tener una presión de 8 Psi y el bloqueador de las ruedas suelto. Recordar que posee un pulmón de doble acción el mismo que realiza el sistema de frenado y de estacionamiento.



Figura 66: Pulmón de aire de las ruedas posteriores

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

4. Las ruedas delanteras poseen un pulmón de simple acción que solo realiza la acción de frenado y no incluye la presión de aire para ajustar el freno.



Figura 67: Pulmón de aire de las ruedas delanteras.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

ZAPATAS DE FRENO

Tipo: Realizar	Tiempo: Cada 40000 km	Bomba: Mercedes Benz y
Tipo: Cambiar	Tiempo: 100000 km	Hyundai

1. Cambio de zapatas
2. Aflojar los pernos que sujetan el aro de la llanta con la llave de tuerca de la autobomba y retire la llanta.
3. Retirar el tambor donde están ubicadas las zapatas
4. Retirar los muelles de retención lateral de la zapata (primaria y secundaria) con un playo.

5. Extraer el muelle de retorno inferior de las zapatas primaria y secundaria (es el resorte que vuelve a la posición inicial las zapatas cuando se abren al aplicar el freno.)

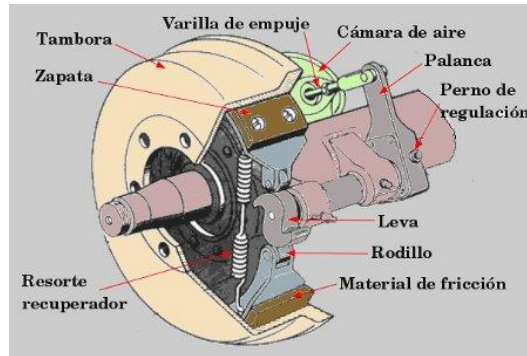


Figura 68: Partes del freno de tambor de la autobomba

Fuente: (Sabelotodo, 2018)

Elaborado por: El Investigador

6. Quitar las zapatas primarias y secundarias y realizar limpieza interna y externa de las zapatas para retirar polvo acumulado por el desgaste con una cantidad de agua y una brocha. Secar con un trapo limpio.



Figura 69: Limpieza de la parte interna del tambor de freno

Fuente: (Fsmits, 2013)

Elaborado por: El Investigador

7. Situar las nuevas zapatas de la misma forma que fueron retiradas.
8. Colocar los muelles de retorno inferior que mantienen las zapatas presionadas-
9. Colocar los muelles de retención lateral que mantienen las zapatas firmes con la base e instalar nuevamente el tambor de freno.

10. Coloque las llantas en el tambor y ajustes los pernos que sujetan las llantas con la llave de tuerca.
11. Subir la regulación de frenos hasta que se endure, luego regrese la regulación 3 puntos del perno regulador.
12. Gire la llanta con la mano a una fuerza normal debe quedar en una vuelta para las llantas posteriores y con vuelta y media las llantas delanteras
13. Súbase al vehículo y aplique los frenos y asesórese que los pedales están a la altura normal de funcionamiento.

PEDAL DE EMBRAGUE

Tipo: Inspeccionar **Tiempo:** Cada 5000 km **Bomba:** Mercedes Benz y Hyundai

1. En el pedal de embrague se encuentra el embolo del actuador del embrague.
2. Aflojar contra tuerca el embolo del actuador del embrague, hacia la derecha el pedal sube y hacia la izquierda el pedal baja. La medida depende del conductor.

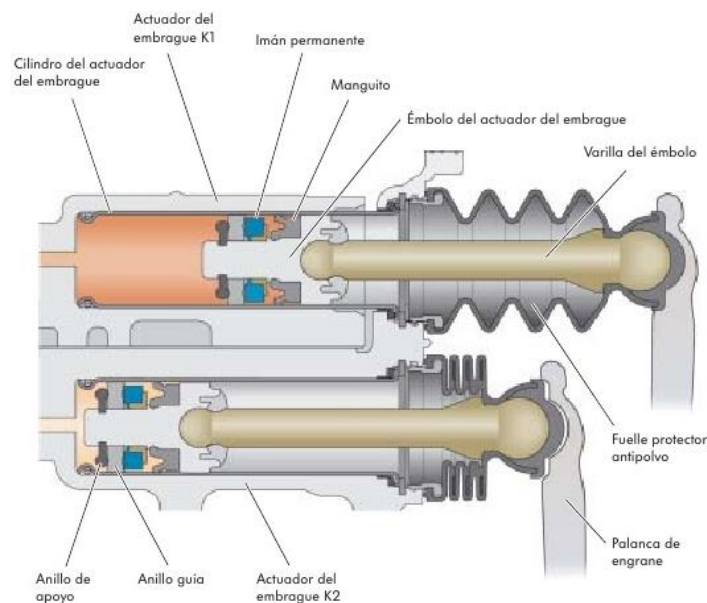


Figura 70: Émbolo del actuador del embrague

Fuente: (Jcarrey, 2011)

Elaborado por: El Investigador

KIT DE EMBRAGUE

Tipo: Cambiar **Tiempo:** Cada 80000 km **Bomba:** Mercedes Benz y Hyundai

1. Desmontar la caja de cambios para tener acceso al plato de embrague.
2. Retirar el plato de inercia (embrague) con una dado N° 13 mm.
3. Inspeccionar visualmente el disco de embrague para llegar a una conclusión de replazo.



Cortes radiales

Figura 71: Cortes radiales del disco de embrague

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

4. El disco de embrague posee en la superficie unos cortes radiales que permite conocer el desgaste, en la Figura 72 se observa un disco con poco desgaste y en la Figura 73 un disco muy desgastado por que los cortes ya no son visibles.



Figura 72: Disco de embrague en buen estado

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

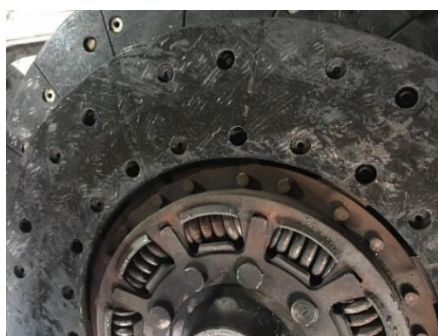


Figura 73: Disco de embrague desgastado

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

5. Si existe desgaste se procede al remplazo completo del kit: plato, disco y rulimán.



Figura 74: Kit de embrague

Fuente: (Top Truck, 2016)

Elaborado por: El Investigador

6. Colocar el disco en el plato de inercia para instalarlos en el volante de inercia donde se lo va a ubicar. Ajustar con una presión de 30 Nm utilizando una llave N° 13 mm procediendo a ajustar los 12 pernos en cruz alternadamente hasta llegar al ajuste final.
7. Montar nuevamente la caja de cambios.

SERVICIO COMPLETO DEL MOTOR

Tipo: Realizar	Tiempo: Cada 60000 km	Bomba: Mercedes Benz y Hyundai
-----------------------	------------------------------	---------------------------------------

1. Mantenimiento completo del motor. Calibración de las válvulas del motor.

2. Para calibrar las 12 válvulas que tienen los motores de las autobombas es recomendable realizarlo con el motor frío o a una temperatura inferior a los 40°C.
3. Quitar la tapa de las válvulas con una llave N°14 mm para retirar los 4 pernos que lo sujeta al bloque del motor y acceder a las válvulas.



Figura 75: Tapa válvulas del motor

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

4. La calibración de las válvulas demanda la utilización de galgas con una medida de 0,40 para las válvulas de admisión y 0,60 para las válvulas de escape. Es un motor de 6 cilindros por lo cual posee 1 válvula de escape y 1 de admisión en cada cilindro.



Figura 76: Galgas para espesores

Fuente: (Qurren, 2018)

Elaborado por: El Investigador

5. El orden de encendido para calibrar el motor es: 1, 5, 3, 6, 2 y 4 cilindros.

6. Se coloca nuevamente la tapa de las válvulas ajustando los 4 pernos con la llave N°14mm.
7. Continuando con el servicio completo del motor, se procede a cambiar el aceite del motor, filtro de aceite, de combustible y de aire.
8. Se enciende el motor para verificar si funciona correctamente y revisar en busca de fugas de aceite y de combustible.

LÍQUIDO DE REFRIGERACIÓN DEL MOTOR

Tipo: Realizar e Inspección **Tiempo:** Cada 60000 km **Bomba:** Mercedes Benz y Hyundai

1. La inspección del refrigerante del motor debe ser diaria correspondiente con el recorrido diario.
2. Retirar la abrazadera con un destornillador estrella, quitar la cañería y colocar un recipiente para vaciar el refrigerante usado.



Figura 77: Reservorio de líquido refrigerante de la autobomba BRAVO 1

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

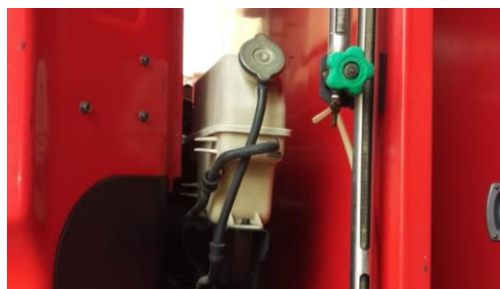


Figura 78: Reservorio de líquido refrigerante de la autobomba BRAVO 2

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

3. Instalar nuevamente la cañería y la abrazadera para colocar el nuevo refrigerante.
4. Sacar el tapón y colocar 5 galones de refrigerante para las autobombas BRAVO 1 y BRAVO 2. Completar con agua si se lo requiera.

CAMBIO DE LÍQUIDO DE EMBRAGUE

Tipo: Realizar e Inspección **Tiempo:** Cada 100000 km **Bomba:** Mercedes Benz y Hyundai

1. Quitar el tapón ubicado en el cilindro auxiliar en la parte inferior de la caja de cambios con una llave N° 8mm.



Figura 79: Cilindro auxiliar del embrague

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

2. Colocar un recipiente debajo del tapón y drenar completamente el líquido.
3. Colocar nuevamente el tapón y llenar con el nuevo líquido de embrague, colocar 1 galón para las autobombas BRAVO 1 y BRAVO 2.
4. Purgar el sistema de embrague presionando el pedal hasta que vuelva a su posición normal.

DIAFRAGMA DEL PÚLMON

Tipo: Cambio **Tiempo:** Cada 100000 km **Bomba:** Mercedes Benz y Hyundai

1. Colocar pernos bloqueadores N° ½ en la parte superior del pulmón para comprimir el resorte de bloqueo para proceder a cambiar el diafragma.
2. Retirar las abrazaderas con una llave N°14 mm y quitar el diafragma usado.

3. Instalar el nuevo diafragma de la misma forma que se retiró el anterior.
4. Retirar los pernos bloqueadores con este paso se finaliza el trabajo.

CONECTORES Y MANGUERAS NEUMÁTICAS

Tipo: Inspección **Tiempo:** Cada 15000 km **Bomba:** Mercedes Benz y Hyundai

1. Se realiza una inspección visual de todas las mangueras del sistema neumática en busca de fugas o deterioro para su posterior reemplazo.



Figura 80: Tablero de instrumentación de la cabina

Fuente: (Rojas, 2013)

Elaborado por: El Investigador

Nota: el reemplazo de una manguera o conector únicamente se realizará cuando los manómetros del tablero de la cabina bajan notoriamente.

LUBRICACIÓN DE CRUCETAS DE LOS ARBOLES DE TRANSMISIÓN

Tipo: Realizar **Tiempo:** Cada 10000 km **Bomba:** Mercedes Benz y Hyundai

1. Con una engrasadora neumática introducir grasa por medio de la boquilla de engrase con una presión de 90 Psi.



Figura 81: Cruceta de la autobomba BRAVO 1

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

BANDAS DE ACCIONAMIENTO Y TENSORES

Tipo: Realizar **Tiempo:** Cada 60000 km **Bomba:** Mercedes Benz y
Hyundai

1. Desmontar la banda de las poleas con una llave N°19 mm y una dado N° 19.
Hacer contratuerca para aflojar los tensores del compresor y del alternador.



Figura 82: Bandas y tensores del motor

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

2. Retirar la banda de poleas.
3. Instalar la nueva banda de poleas de la misma forma que se retiró la anterior.
4. Ajustar nuevamente los tensores del compresor y del alternador hasta que la banda tenga la tensión deseada.

AMORTIGUADORES DELANTEROS Y TRASEROS

Tipo: Cambiar **Tiempo:** Cada 100000 km **Bomba:** Mercedes Benz y
Hyundai

1. Desmontar el amortiguador que se encuentra sujeto con un perno haciendo contratuerca con una llave N°24 y un dado N°24. Para las ruedas delanteras utilizar una llave N°30 y dado N°30.



Figura 83: Amortiguador de la autobomba

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

2. Repetir el mismo procedimiento para su montaje.

BARRA DE DIRECCIÓN

Tipo: Cambiar **Tiempo:** Cada 80000 km **Bomba:** Mercedes Benz y
Hyundai

1. Desmontar las 4 rotulas utilizando una llave N° 30 mm.
2. Cambiar las rotulas usadas por las nuevas.
3. Instalar nuevamente las rotulas y llevar la autobomba para realizar una alineación, balanceo y rotación de las ruedas.



Figura 84: Rotulas de la autobomba

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

REAJUSTAR LOS SOPORTES DE LOS PAQUETES DE LA SUSPENSIÓN DELANTERA Y TRASERA

Tipo: Realizar **Tiempo:** Cada 20000 km **Bomba:** Mercedes Benz y
Hyundai

1. Reajustar las abrazaderas de la ballesta con un dado N° 27 mm para la autobomba BRAVO 1 y una llave N° 30 para la autobomba BRAVO 2.

Nota: cambiar únicamente cuando se encuentren rotos.

AJUSTAR LOS PERNOS DEL CHASIS Y DE LA CABINA

Tipo: Realizar **Tiempo:** Cada 60000 km **Bomba:** Mercedes Benz y
Hyundai

1. Ajustar los pernos del chasis con una llave N°22 mm.
2. Ajustar los pernos de la cabina con una llave N°27 mm.

PUNTAS DE EJES DELANTEROS Y TRASEROS

Tipo: Realizar **Tiempo:** Cada 60000 km **Bomba:** Mercedes Benz y
Hyundai

1. Utilizar la gata hidráulica y elevar la autobomba asegurando las ruedas traseras por seguridad.
2. Retirar la rueda
3. Quitar la tapa de las puntas de eje con un dado N°13.

4. Desmontar la tuerca principal de la manzana para sacar las manzanas.
5. Se procede a limpiar la grasa vieja y cambiarla por una nueva.
Delantera: 2 Kg de grasa y Trasera: aceite de transmisión.
6. Instale nuevamente la manzana y coloque la tuerca principal
7. Colocar la tapa de la punta de eje y coloque la rueda y baje el vehículo con precaución.

LIMPIEZA DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE

Tipo: Realizar **Tiempo:** Cada 50000 km **Bomba:** Mercedes Benz y
Hyundai

1. Desmontar el tanque de combustible localizado a un lado de la autobomba mediante 2 abrazaderas con una llave N° 19 mm.



Figura 85: Tanque de combustible

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

2. Desconectar la cañería de entrada de combustible, línea de retorno y los conectores eléctricos.
3. Vaciar completamente el tanque y verificar que no haya agua y partículas de suciedad dentro del mismo.
4. Montar nuevamente el tanque de la misma forma que se lo desmonto e instalar la entrada de combustible, línea de retorno y los conectores eléctricos.

COMPLETAR EL AGUA DE BATERIA

Tipo: Realizar **Tiempo:** Cada 5000 km **Bomba:** Mercedes Benz y
Hyundai

1. Desconecte el terminal negativo de la batería por seguridad para completar el agua de la batería.
2. Con un destornillador plano retire los tapones de la batería.

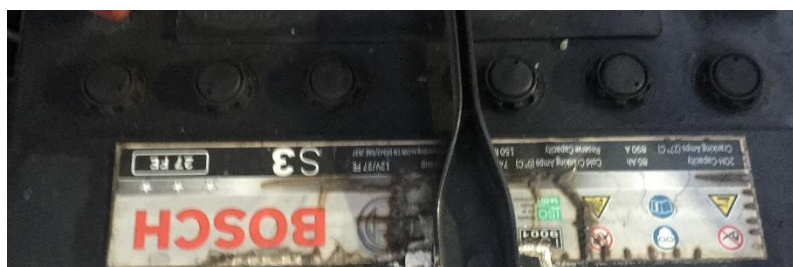


Figura 86: Tapones de los vasos de agua destilada de la batería

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

3. Verifique visualmente el nivel de electrolitos de cada compartimiento, si se encuentra por debajo de las $\frac{3}{4}$ partes del compartimiento significa que está bajo.
4. Colocar agua destilada utilizando un embudo para evitar derrames.
5. Colocar nuevamente los tapones de la batería y conectar nuevamente el terminal negativo.

LIMPIEZA DE TERMINALES DE BATERÍA

Tipo: Realizar **Tiempo:** Cada 15000 km **Bomba:** Mercedes Benz y
Hyundai

1. Levantar las cubiertas de los conectores de la batería y revisar visualmente en busca de corrosión o desgaste.
2. Desconectar los terminales de la batería con una llave N°10 mm (depende del vehículo). Primero se procede a retirar el conector negativo y después el conector positivo.



Figura 87: Terminales positivo y negativo de la batería.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

3. Utilizar un spray limpiador de contactos o agua con 3 cucharadas de bicarbonato de sodio.
4. Con un cepillo pequeño limpiar las conexiones de la batería con precaución. Esperar 5 minutos para que la pasta haga efecto y la corrosión se elimine.



Figura 88: Limpieza de las conexiones de la batería.

Fuente: (WIKIHOW, 2013)

Elaborado por: El Investigador

5. Utiliza agua para retirar la pasta de bicarbonato o el spray limpia contactos y con un trapo secar las conexiones de la batería.
6. Una vez secado completamente, instale los terminales empezando por el positivo y después el negativo. Colocar las cubiertas plásticas.

CARGA DEL ALTERNADOR

Tipo: Inspección **Tiempo:** Cada 5000 km **Bomba:** Mercedes Benz y Hyundai

1. Existe 2 formas de medir la carga del alternador, la primera es observar el amperímetro ubicado en el tablero de la cabina. Un alternador que este en

buen estado marcará 0 voltios. Si la pluma se aproxima a +60 voltios significa que el alternador está proporcionando energía a la batería. Si la pluma se aproxima a -60 voltios significa que existe un problema en la batería o en el alternador.

2. La segunda forma de verificar la carga del alternador es con el vehículo frío utilice un multímetro y mida el voltaje de la batería. Las autobombas utilizan dos baterías conectadas en serie para generar 24 voltios. Una batería en buen estado debe marcar un voltaje mayor de 12,2 voltios. Al poseer dos baterías deberá marcar un voltaje mínimo de 24 voltios.



Figura 89: Medición de voltaje de la batería antes de encender el motor

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

3. Luego encienda el vehículo por 3 minutos y revoluciónelo a unas 2000 R.P.M. y nuevamente haga una medición del voltaje. Esto produce que la batería pierda energía y ponga en funcionamiento el alternador para proporcionar energía al sistema eléctrico del vehículo y a la batería.
4. La medición del voltaje de la batería deberá ser superior al valor medido inicialmente concluyendo que el alternador trabaja correctamente y no existe daños en el mismo.



Figura 90: Medición de voltaje de la batería después de encender el motor

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

FUNCIONAMIENTO DE LUCES

Tipo: Inspección	Tiempo: Cada 5000 km	Bomba: Mercedes Benz y
Tipo: Cambio	Tiempo: Anual	Hyundai

1. Realizar un cambio de los bombillos de las luces cada año, debido a que pierden un 20% de su capacidad de iluminación.
2. Estacionar el vehículo frente una pared y encender las luces para evaluar la alineación de las luces. Si se encuentra desalineado, se requiere usar un destornillador estrella o con la presión de la mano mover la perrilla que se encuentra en la parte interna del faro dentro del capó. Rápidamente se volverá a la alineación deseada.
3. Encender las luces y revisar visualmente si todas las luces funcionan correctamente.
4. Revisar si los faros no presentan suciedad, si es el caso, realizar una limpieza con agua y jabón y secar despacio con un trapo limpio.
5. Encender todas las luces de emergencia y la baliza contra incendios para revisar el correcto encendido e iluminación de cada faro. Si en el caso de que una luz no encienda se procede a su reemplazo.
6. Para reemplazar los bombillos de los faros delanteros se procede a abrir el capó, y en el faro retirar el conector eléctrico del faro. Quitar el tapón y girar el conector de la bombilla. Cambiar el bombillo quemado y colocar el nuevo. Repetir el mismo procedimiento para su montaje.
7. Para las luces traseras y de emergencias colocadas alrededor del vehículo utilizar un destornillador estrella o plano, para retirar el cristal y tener acceso

a la bombilla. Reemplazar el bombillo quemado y colocar el nuevo. Repetir el mismo procedimiento para su montaje.

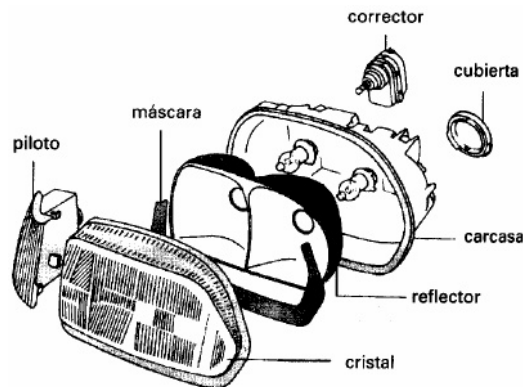


Figura 91: Partes del faro del vehículo

Fuente: (Malagon, 2014)

Elaborado por: El Investigador

MOTOR DE ARRANQUE

Tipo: Inspección	Tiempo: Cada 5000 km	Bomba: Mercedes Benz y
Tipo: Cambio	Tiempo: Anual	Hyundai

1. Se desconecta los conectores de la batería.
2. Desconectamos los cables del automático que se encuentra unido al conector positivo de la batería y el cable del relé de arranque.
3. Retiramos la tuerca superior y el tornillo inferior que sujetan al motor de arranque al bloque del motor.
4. Una vez retirado el motor de arranque se revisa el estado de los carbones (escobillas). Se chequea la longitud de cada carbón.



Figura 92: Escobillas del motor de arranque

Fuente: (Taringa!, 2017)

Elaborado por: El Investigador

5. Con un multímetro revisar las bobinas del motor de arranque para descartar problemas de bobinas circuitadas.
6. Cambiar los bocines de la parte delantera y trasera del motor de arranque.
7. Revisar los dientes del piñón del automático (bendix) y limpiarlos.
8. Rearmar nuevamente el motor de arranque.
9. Conectar los cables del automático al conector positivo y nuevamente conectar la batería.



Figura 93: Motor de arranque

Fuente: (Willdre, 2007)

Elaborado por: El Investigador

Plan de mantenimiento para las Bombas contra incendio

Para el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo de las bombas contraincendios, se ha sustraído toda la información necesaria de las siguientes fuentes:

- Manual de fabricante
- Norma NFPA 1911: Inspection, Maintenance, testing, and Retirement of In Service Automotive fire Apparatus”, Norma NFPA 25: “Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua” y Asociación internacional de formación de bomberos (IFSTA).

Las actividades planificadas se han dividido en varios procesos, los mismo que deben ser ejecutado conforme lo indica cada inspección y mantenimiento que corresponda. Estos procesos son:

- Inspección diaria

- Inspección mensual
- Inspección y mantenimiento anuales y semestrales

Según la norma menciona las características de una bomba contra incendios:

Una bomba de agua con una capacidad nominal de 250 gpm (1000 L / min) o mayor a 150 psi (1000 kPa) de presión de la bomba neta que se monta en un aparato contra incendios y se usa para combatir incendios. (NFPA 1911, 2007)

Bajo esta premisa consideramos que las características de las 2 bombas contra incendios: Rosenbauer NH y Morita se encuentran dentro del rango de presión nominal y la norma establece que deben establecerse mantenimientos periódicos con el objetivo de conservar el estado y correcto funcionamiento de las mismas.

Actividades de inspecciones diarias/semanal

En las inspecciones diarias se han realizado una serie de actividades como se ilustra en la Figura 94 que se deben seguir para evitar que las minimizas fallas provoquen grandes problemas.


CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI								
Plan de Mantenimiento: Recorrido diario Bombas Contra incendios								
Código del equipo:		11 - AB 01 - B 1		Fecha:		30-abr-18		
Marca:		Rosenbauer		N° semana:		1 Semana de Mayo		
Leyenda								
C : Correcto		X : Regular		R : Requiere reparación (comentario del problema)				
Ítem	OPERACIÓN	DÍAS						
		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
BOMBA CONTRA INCENDIOS								
1	Verificar que la bomba se acople correctamente a través de la caja de cambios del vehículo	C	C	C	C	C	C	C
2	Revisar la presión de la bomba en funcionamiento	X	X	X	X	R	R	R
3	Revisar la válvula de retorno al tanque	C	C	C	C	C	C	C
4	Verificar todas las válvulas de drenaje de la bomba	C	C	C	C	C	C	C
5	Verificar la operación de descarga y la válvula de succión de la bomba	C	C	C	C	C	C	C
6	Revisar la bomba y el tanque de agua en busca de fugas	X	X	X	X	X	X	X
7	Verificar el funcionamiento de la bomba de cebado	C	C	C	C	C	C	C
8	Revisar el indicador de nivel del tanque de agua y el depósito de espuma.	C	C	C	C	C	C	C
9	Verificar el nivel de aceite de la bomba	C	C	C	C	C	C	C
10	Verificar la operación del carrete de polvo químico	C	C	C	C	C	C	C
11	Verificar la presión en el manómetro de la bomba en funcionamiento	C	C	C	C	C	C	C
12	Verificar la existencia de fugas de aceite en el área de la bomba	R	R	R	R	R	R	R
13	Verificar el correcto funcionamiento de los manómetros y los selectores del panel de control de la bomba	C	C	C	C	C	C	C
14	Comprobar la bomba y las líneas nodrizas se encuentren completamente drenadas de agua.	C	C	C	C	C	C	C
15	Verificar la existencia de fugas de agua en los compartimientos internos	X	X	X	X	X	X	X
16	Compruebe que las válvulas estén en la posición normal de funcionamiento	C	C	C	C	C	C	C
ESTADO DE FUNCIONAMIENTO								
Satisfecho		<input type="text" value="....."/>			No satisfecho			<input type="text" value="X"/>
Comentario:								
1. La bomba presenta fugas de agua por el eje y presión baja, se solicita su mantenimiento de manera urgente.								
2.								
3.								
4.								
5.								
Encargado de mantenimiento:		-			Firma:		<input type="text"/>	

Figura 94: Recorrido diario para las bombas contra incendios

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Inspecciones preventivas mensuales

Las actividades mensuales como se muestra en Figura 95 se establecen para realizar un recorrido de inspección menos profundo, para controlar el correcto funcionamiento de las bombas contra incendios.


CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI														
Plan de Mantenimiento: Recorrido mensual Bombas Contra incendios														
Código del equipo: 11 - A B 0 1 - B 1						Fecha: 2-ene-17								
Marca: Rosenbauer						Nº año: 2017								
Leyenda														
N : Sin presencia de ruido o fugas		C : Correcto		X : Regular		R : Requiere mantenimiento (comentario del problema)								
Ítem	OPERACIÓN	MES												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
BOMBA CONTRA INCENDIOS														
1	Encienda la bomba	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2	Opere las válvulas	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
3	Verificar la válvula de retorno, que no exista paso de agua al tanque	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
4	Verificar los manómetros y selectores del panel de la bomba	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
5	Probar la conexión y desconexión de la bomba a través del pulsador P.T.O. (Pump Transmission Operation)	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6	Inspección del nivel del aceite de transmisión de la bomba	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
7	Inspección de los soportes de la bomba	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
8	Verificar el caudal y presión de salida de la bomba	C	C	C	C	C	C	X	X	X	X	X	X	X
9	Ruidos extraños durante el funcionamiento	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
ESTADO DE FUNCIONAMIENTO														
Satisfecho		X			No satisfecho									
Comentario:														
1. Este recorrido anual permito evaluar la operación y funcionamiento de la bomba en el año 2017, encontrandose satisfecho.														
2.														
3.														
4.														
5.														
Encargado de mantenimiento:						Firma:								

Figura 95: Inspecciones mensuales de las bombas contra incendios

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Inspecciones preventivas anuales

Se han establecidos actividades de inspección y de pruebas descritos para realizarlos anualmente como se muestra en la Figura 96 en los cuales se realiza un recorrido más detallado y puntual examinando las partes de las bombas.


CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI			
Plan de Mantenimiento: Recorrido Anual Bomba Contra incendios			
Código del equipo:	11 - A B 01 - B 1	Fecha:	30-abr-18
Marca:	Rosenbauer		
Leyenda			
<input type="checkbox"/> U	: No existe fugas o daños o ruidos	<input type="checkbox"/> C	: Correcto
<input checked="" type="checkbox"/> X	: Visualmente aceptable	<input type="checkbox"/> R	: Requiere reparación o ajuste
INSPECCIÓN DE LA BOMBA CONTRA INCENDIOS			
<input type="checkbox"/> C	Cilindros de conexión de la bomba	<input type="checkbox"/> R	Verificación de fugas de agua en las conexiones de la bomba
<input type="checkbox"/> C	Nivel y estado del aceite de la transmisión de la bomba	<input type="checkbox"/> R	Sello mecánico para fugas
<input checked="" type="checkbox"/> X	Tacómetro del panel de la bomba	<input type="checkbox"/> C	Válvulas de succión y descarga
<input checked="" type="checkbox"/> X	Interruptores eléctricos del panel de la bomba y luz del panel	<input type="checkbox"/> C	Válvulas para conexión de mangueras
<input checked="" type="checkbox"/> X	Manómetros de presión de succión	<input type="checkbox"/> C	Válvulas de drenaje
<input checked="" type="checkbox"/> X	Manómetros de presión de descarga	<input type="checkbox"/> C	Válvulas de succión delantera y trasera y tuberías
<input type="checkbox"/> C	Indicador de nivel del tanque de agua	<input checked="" type="checkbox"/> X	Integridad del tanque de agua
<input type="checkbox"/> C	Operación del dispositivo regulador de R.P.M.	<input type="checkbox"/> C	Montaje y operación del carrete de manguera de polvo químico
<input type="checkbox"/> C	Operación de la válvula de retorno al tanque		
Dosificación de espuma			
<input type="checkbox"/> C	Válvula dosificadora	<input type="checkbox"/> C	Verificación de la integridad del tanque de concentrado de espuma
<input type="checkbox"/> C	Sistema eductor de espuma		
Comentarios:			
1. En esta evaluación se pudo evidenciar la presencia de fugas de agua por el sello mecánico, junto con falta de presión.			
2.			
3.			
4.			
5.			
Encargado de mantenimiento:	-	Firma:	

Figura 96: Recorrido anual de las bombas contraincendios


Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Programa de mantenimiento preventivo de la bomba contra incendios

Las actividades de mantenimiento preventivo se consideran como el proceso 3 del programa de mantenimiento realizadas por un técnicos especializado y calificado. La serie de actividades programadas fueron detalladas a partir de los manuales de mantenimiento de cada bomba contra incendios y bajo las normas vigentes para su correcto funcionamiento y operación durante una emergencia, en la Tabla 33 se muestra las actividades que se deben realizar en función del tiempo.

Tabla 33: Plan de mantenimiento preventivo de las bombas contra incendios

CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI				
Plan de Mantenimiento Bombas Contra incendios				
Código del equipo:	11 - A B 0 21- B 1	Código del equipo:	11 - A B 0 2 - B 2	
Marca:	Rosenbauer	Marca:	Morita	
Año:	1998	Año:	2008	
Leyenda				
R	: Realizar	C	: Cambiar	
I	: Inspeccionar			
Ítem	OPERACIÓN	TIEMPO		
		6 meses	1 año	2 año
BOMBA CONTRA INCENDIOS				
1	Cambio de aceite de transmisión de la bomba	C		
2	Comprobación hidrostática del tanque de agua y de espuma		R	
3	Reajuste del anclaje de la bomba de agua		R	
4	Vaciar y limpiar el tanque de agua, los circuitos y el proporcionado de espuma	I	R	
5	Revisar y reemplazar el anticongelante del radiador de agua.	I	R	
6	Reemplazo de bandas de poleas	I		C
Encargado de mantenimiento:		Firma:		

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Procedimiento para ejecutar las actividades de mantenimiento de las bombas contraincendios.

CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN DE LA BOMBA

Tipo: Cambio **Tiempo:** Cada 6 meses **Bomba:** Rosenbauer y Morita

1. Encender la bomba alrededor de 5 minutos para que el aceite se caliente.
2. Retire el tapón para el drenaje de aceite que se encuentra en la parte inferior de la caja de engranajes de la bomba como una llave N°17 mm, como se muestra en la Figura 97.



Figura 97: Caja de aceite de la bomba contra incendios

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

3. Colocar un recipiente en la parte inferior de bomba, a la altura de donde se encuentra la caja de engranajes de la bomba para dejar escurrir el aceite usado.



Figura 98: Recipiente para el aceite

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

4. Esperar unos de 3 minutos para que se drene todo el aceite del interior de la caja de engranaje de la bomba.
5. Limpiar el tapón de vaciado y su base para retirar cualquier impureza que pueda ingresar al interior de la caja de engranajes de la bomba.
6. Retirar el tapón en la parte superior, como se ilustra en la Figura 99, para colocar el nuevo aceite.



Figura 99: Caja de engranaje, tapón de llenado de aceite

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

7. Colocar ½ galón de aceite nuevo en la caja de engranajes.
8. Colocar el tapón de llenado y verificar que no existan fugas de aceite.

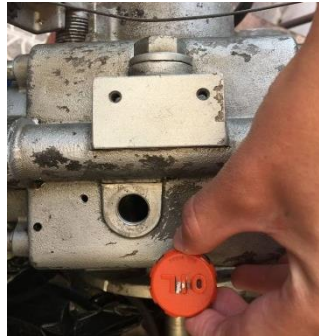


Figura 100: Tapón de llenado de aceite de la bomba

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

9. Verificar en la varilla del indicador del nivel aceite como se muestra en la Figura 101, para comprobar que se encuentre la cantidad correcta de aceite antes de su funcionamiento.



Figura 101: Varilla indicadora del nivel de aceite

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

10. Encender la bomba y observar que no exista fugas, ruidos anormales durante su funcionamiento

COMPROBACIÓN HIDROSTÁTICA DEL TANQUE DE AGUA Y DE ESPUMA

Capacidad del tanque de agua: 4000 Lt	Capacidad del tanque de espuma: 400 Lt
--	---

Tipo: Realizar	Tiempo: Anual	Bomba: Rosenbauer y Morita
-----------------------	----------------------	-----------------------------------

1. Abrir tapa superior del tanque de agua.



Figura 102: Tapa del tanque de agua de la autobomba

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

2. Llenar completamente el tanque con 4000 Lt de agua.

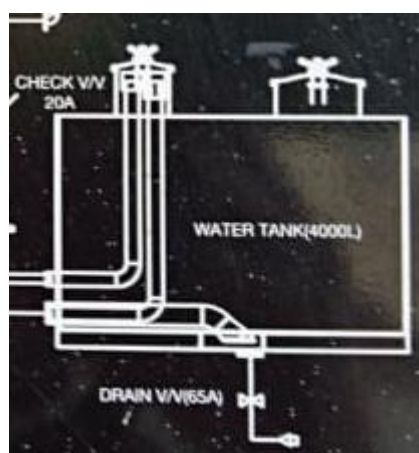


Figura 103: Tanque de agua de 4000Lt

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

3. Dejar reposar el tanque lleno de agua durante unas 6 horas.
4. En ese lapso de tiempo, realizar revisiones periódicas cada 30 minutos en busca de fugas.
5. Si no existe fugas, la prueba hidrostática del tanque de agua ha culminado satisfactoriamente. Caso contrario entra a reparación para solucionar cualquier falla y después de ellos se repetiría la prueba hidrostática.

Nota: El mismo procedimiento se aplica para la prueba hidrostática del tanque de espuma.

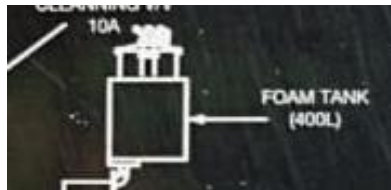


Figura 104: Capacidad del tanque de espuma

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

REAJUSTE DEL ANCLAJE DE LA BOMBA DE AGUA

Tipo: Realizar **Tiempo:** Anual **Bomba:** Rosenbauer y Morita

1. La bomba de agua está sujeta al chasis del vehículo con 2 pernos 5/8 en la parte delantera y en la parte posterior donde va la caja de engranaje con 4 pernos 5/8.
2. Ajustar todos los pernos aplicando torque de 74 Lb/Pie.

VACIAR Y LIMPIAR EL TANQUE Y LINEAS DE AGUA

Tipo: Inspección **Tiempo:** Anual **Bomba:** Rosenbauer y Morita
Realizar

1. Vaciar completamente el tanque de agua.
2. Por el “Manhole (Agujero de hombre)” revisar la presencia de suciedad y corrosión en la parte interna del tanque ocasionada por los agentes químicos que posee el agua.



Figura 105: Manhole

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

INSPECCIÓN DE LAS LINEAS DE AGUA

Tipo: Inspección, **Tiempo:** Anual **Bomba:** Rosenbauer y Morita
Realizar

1. Bloquear las válvulas de descarga de la bomba
2. Abrir el 10% de la válvula de recirculación al tanque.
3. Abrir válvulas de succión de la bomba y acoplar la bomba al sistema P.T.O (Pump Transmission Operation)
4. Revisión visual de todas las líneas y válvulas de descarga del sistema en busca de fugas en las uniones de soldadura, tubería y accesorios.
5. Si no existen fugas, desacoplar la bomba y dejar en condición normal de operación del sistema.
6. En caso de existir alguna fuga, reportar de manera urgente para su posterior reparación y así evitar pérdidas de presión al momento de funcionamiento.

VACIAR Y LIMPIAR EL TANQUE DEL PROPORCIONADOR DE ESPUMA

Tipo: Inspección **Tiempo:** Anual **Bomba:** Rosenbauer y Morita
Realizar

1. Vaciar completamente el tanque de espuma
2. Por el “Manhole (Agujero de hombre)” revisar la presencia de suciedad y corrosión en la parte interna del tanque de espuma.

INSPECCIÓN DE LAS LINEAS DE ESPUMA

Tipo: Inspección **Tiempo:** Anual **Bomba:** Rosenbauer y Morita
Realizar

1. Abrir válvulas de descarga de espuma y enviar agua para detectar obstrucción de la línea la misma.
2. Revisión visual de todas la línea y válvulas de descarga del sistema en busca de fugas en las uniones de soldadura, tubería y accesorios.
3. Si no existen fugas, limpiar el sistema e instalar nuevamente la espuma.
4. En caso de existir alguna fuga, reportar de manera urgente para su posterior reparación y así evitar pérdidas de presión al momento de funcionamiento.

REVISAR Y REEMPLAZAR EL ANTICONGELANTE DEL RADIADOR DE AGUA

Tipo: Inspección, Realizar **Tiempo:** Anual **Bomba:** Rosenbauer y Morita

1. Revisión de líneas del sistema de refrigeración de la bomba localizada en la parte inferior.
2. Siendo un sistema combinado de refrigeración se debe drenar desde el radiador del motor del vehículo todo el anticongelante que se encuentra en el sistema.
3. Colocar el nuevo anticongelante.

CAMBIAR LA BANDA DE POLEAS

Tipo: Cambiar **Tiempo:** cada 2 años **Bomba:** Rosenbauer y Morita

1. Para reemplazar la banda de la polea se requiere retirar los pernos de la parte frontal de las dos poleas. Utilizar un dado mando de media N° 17mm.
2. Retirado los dos pernos de 17mm, se prosigue a destornillar los 6 pernos de cabeza hexagonal N° 6mm con llaves hexagonales. Retirar únicamente una sola polea para tener acceso a la banda.
3. Quitar la banda usada y colocar la banda nueva de la misma forma en que se retiró.
4. Volver a colocar los pernos de cabeza hexagonal que sujetan a la polea.
5. Colocar los pernos N° 17mm para sujetar la polea al eje de la misma y fin del proceso.

Stock de repuestos

Parte de la propuesta de mantenimiento preventivo de las autobombas del cuerpo de bomberos, se han determinado los repuestos de tipo consumibles con cambios frecuentes y establecidos. La selección de los repuestos ha sido propuesta para una durabilidad inferior o igual a un año determinado por el fabricante o el tiempo de uso que son determinadamente sustituibles sin la presencia de fallas en el sistema.

Estos suministros se han determinado como repuestos de tipo A, son necesarios disponer en el almacén de la institución y servirá de apoyo para la planificación de las autobombas establecida en la sección anterior y que sea eficaz.

Para aquellos repuestos específicos del fabricante se deberá realizar un análisis del estado del equipo y de la falla que se ha presentado y establecer un tiempo explícito previo para realizar el pedido del repuesto al proveedor y mantenerlo en el stock para facilitar y cumplir con el plan de mantenimiento preventivo evitando parar la unidad hasta que el repuesto llegue.

La lista mostrada en la Tabla 38 de lubricantes, filtros, y materiales automotrices han sido delimitados por el presupuesto anual que el Cuerpo de Bomberos de Shushufindi obtiene para el desarrollo de las actividades de mantenimiento. Por tal razón, no se ha considerado los repuestos específicos del fabricante y evitar un gasto prematuro.

Programa computarizado de la gestión de mantenimiento

Una herramienta importante y necesaria que es parte de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo es el programa informático, también conocido como GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador).

El programa informático facilita notoriamente la realización de las actividades de mantenimiento programadas, permite la modificación y actualización de las tareas y cambiar la planificación si así se requiere gracias al software que es parte de las herramientas del departamento de mantenimiento.

Además, proporciona una adecuada comunicación entre los departamentos que están implicados en las actividades de mantenimiento, consulta de los históricos de mantenimiento y simplifica el manejo de información acerca de las tareas preventivas de las autobombas de la institución que deben cumplirse.

En este apartado se presenta un programa computarizado realizado por el autor, con el fin de ayudar a gestionar los mantenimientos de las autobombas del Cuerpo de Bomberos de Shushufindi, controlando de manera eficaz los procedimientos que deben realizarse al ejecutar los mantenimientos pertinentes.

Este software fue desarrollado en base al programa EXCEL (Microsoft Corporation), permitiendo la realización de tablas y la planificación de las actividades de mantenimiento que impulsaron a la creación de un libro de Excel usando la Macroinstrucción, son una serie de pasos ejecutados conforme se lo han programado, esto disminuye el trabajo en las hojas de Excel al momento de gestionar los mantenimientos y facilita el manejo informático para todo tipo de usuario que navega en esta plataforma, obteniendo grandes resultados (González, 2012).

Como menciona (Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento , 2010) en aquellas empresas donde tengan a su cargo poco personal, un programa básico y sencillo ayudará a gestionar las actividades de mantenimiento de los equipos, no obstante se aconseja que se mejore conforme la tecnología de los equipos lo haga para evitar interferencias o problemas en la ejecución del software.

Pantalla Inicial

Al ejecutar el programa de mantenimiento preventivo de las autobombas, se iniciará con un "LOGIN", para controlar el uso de la herramienta dependiendo de los usuarios registrados e involucrados en la gestión de mantenimiento como se muestra en la Figura 106.

The image shows a screenshot of a login window titled "LoGIN". The window has a light blue background. At the top right, there is a close button (X). The word "Login" is displayed in a large, bold, black font. Below it, there are two input fields. The first is labeled "Usuario" and has a black person icon to its right. The second is labeled "Password" and has a black padlock icon to its right. At the bottom center, there is a blue button with the word "Ingresar" in white text.

Figura 106: Pantalla de " Login" para ingresar al programa informático

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador



Figura 107: Pantalla inicial del programa informático

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Una vez registrado, el programa se ejecutará comenzando por la pantalla inicial como se aprecia en la Figura 107, en esta pantalla se encuentra el menú del programa informático en el cual se tiene 4 botones, estos son: AUTOBOMBAS, MANTENIMIENTO, DOCUMENTOS y MANUAL DE OPERACIÓN

Botón: AUTOBOMBAS

Al dar click en el botón “AUTOBOMBAS”, automáticamente se dirigirá al listado de las autobombas registradas y en este apartado se podrá visualizar las fichas técnicas de cada vehículo y de las bombas contra incendios de la institución Figura 109, de acuerdo al código que se le otorgo en los apartados anteriores.



Figura 108: Pantalla de AUTOBOMBAS del programa informático

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

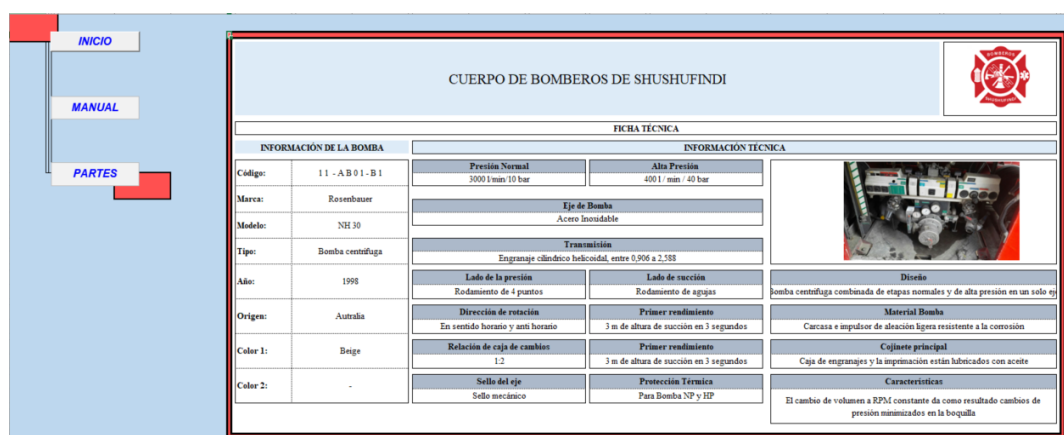


Figura 109: Pantalla de la Ficha Técnica de las autobombas

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Botón: Mantenimiento

Al presionar este botón, se dirigirá a un segundo menú presentado en la Figura 110, en el cual se muestra el programa de mantenimiento de los siguientes equipos: Autobomba 11 AB 01 (Mercedes Benz), Autobomba 11 AB 02 (Hyundai HD 170) y Bombas. Al elegir cualquier vehículo de emergencia o bomba, se dirigirá a la siguiente pantalla mostrado en la Figura 111, en el cual se selecciona la actividad de mantenimiento que se quiere realizar: diario, semanal, anual y programadas.



Figura 110: Pantalla de Mantenimiento preventivo de las autobombas y bombas contra incendios

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

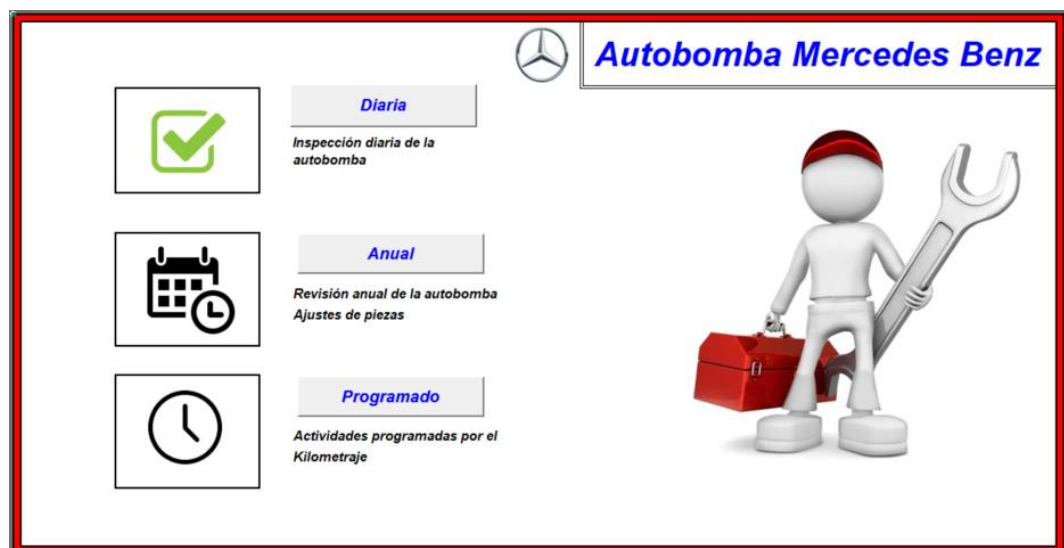


Figura 111: Pantalla de las actividades de mantenimiento

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Botón: Documentos

Cuando el usuario seleccione este botón, rápidamente se dirigirá al siguiente menú en el cual se encuentran todos los documentos y formatos necesarios, realizados en los apartados anteriores que son parte de la gestión de mantenimiento.

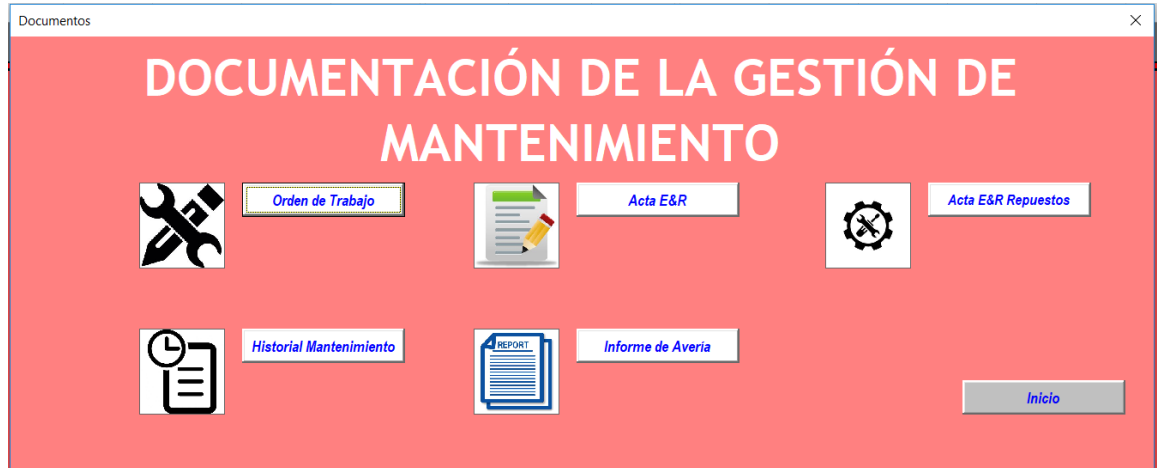


Figura 112: Pantalla de Documentos de la gestión de mantenimiento

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Botón: Manual de Operación

Por último, se cuenta con el botón de “Manual de Operación”, en este apartado está dirigido exclusivamente a la correcta operación de las bombas contra incendios de cada autobomba del cuerpo de bomberos de Shushufindi. En la Figura 113 se muestra un segundo menú en el cual se elige la bomba contra incendios que queramos leer.



Figura 113: Pantalla de Manual de Operación de las bombas contra incendios

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Recordar, solamente se encuentra un documento no editable en el que se expresa el funcionamiento y los pasos a seguir de la bomba seleccionada como se aprecia en la Figura 114.

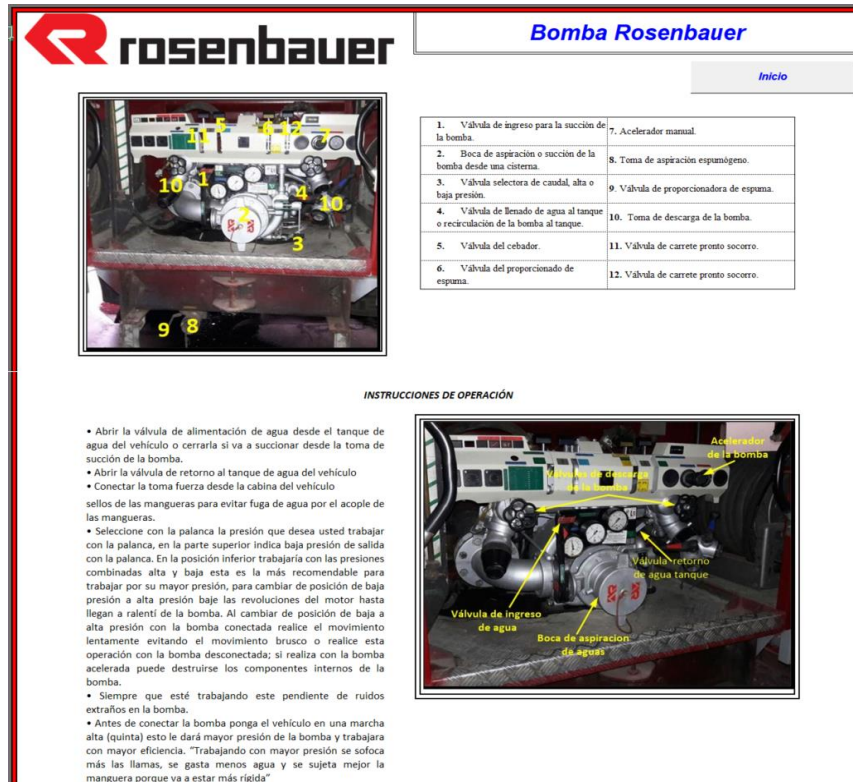


Figura 114: Pantalla del Manual de operación de la bomba contra incendios:

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Manual de operación de las bombas contra incendios

Con la finalidad de evitar que las bombas contra incendios de las autobombas sean operadas incorrectamente, se ha descrito en este apartado el procedimiento que debe seguir el bombero operativo para manipular las bombas de acuerdo a la necesidad que se requiera.

Se ha realizado los procedimientos diferentes para las dos bombas contra incendios, estas son:

Procedimiento de operación de la Bomba Rosenbauer NH 20

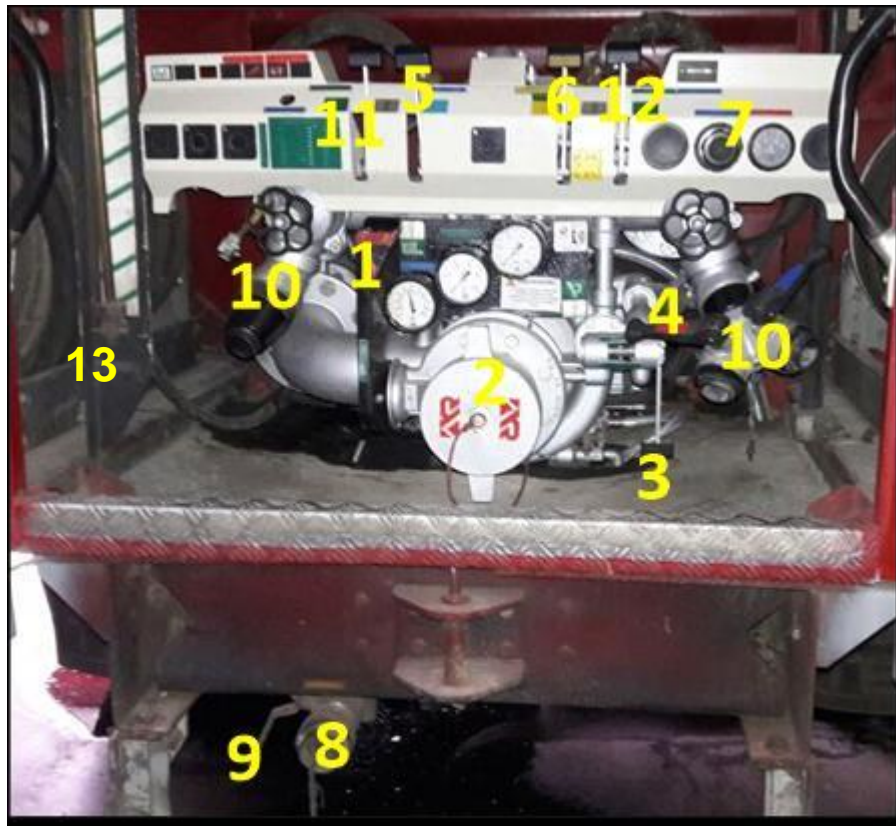


Figura 115: Partes de la bomba Rosenbauer NH 20

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

- | | |
|--|---|
| 1. Válvula de ingreso para la succión de la bomba. | 7. Acelerador manual. |
| 2. Boca de aspiración o succión de la bomba desde una cisterna. | 8. Toma de aspiración espumógeno. |
| 3. Válvula selectora de caudal, alta o baja presión. | 9. Válvula de proporcionadora de espuma. |
| 4. Válvula de llenado de agua al tanque o recirculación de la bomba al tanque. | 10. Toma de descarga de la bomba. |
| 5. Válvula del cebador. | 11. Válvula de carrete pronto socorro. |
| 6. Válvula del proporcionado de espuma. | 12. Válvula de carrete pronto socorro. |
| | 13. Indicador de nivel del tanque de agua |

Instrucciones de operación:

La bomba es una máquina que toma agua a través de un conducto y la expulsa por otro con mayor presión. Puede tomarla del depósito del vehículo o succionarla

de un depósito exterior, y expulsarla hacia la cisterna del vehículo o hacia las salidas a las que se conectan las mangueras.

El motor del vehículo transmite el movimiento a la bomba mediante una toma de fuerza, que puede conectarse en distintos puntos de la transmisión siendo la recomendada la más alta (5 marcha).

Accionamientos básicos

Una vez acoplada la toma fuerza (o embrague de bomba), el funcionamiento de cualquier bomba se basa en tres accionamientos básicos que han de realizarse siempre en el mismo orden:

1. Desde la toma de agua: abrir la válvula de salida para que el agua de la cisterna ingrese a la bomba o cerrarla para que la bomba absorba el agua por el conducto del mangote de aspiración.
2. A donde se envía el agua: conectar las mangueras y abrir la válvula del conducto por el que ha de salir el agua. Es fundamental conocer la válvula de retorno, que abre el conducto de salida de la bomba a la cisterna del vehículo. El resto de válvulas abre los conductos por donde sale el agua a cada manguera.
3. Acelerar la bomba hasta obtener la presión deseada.

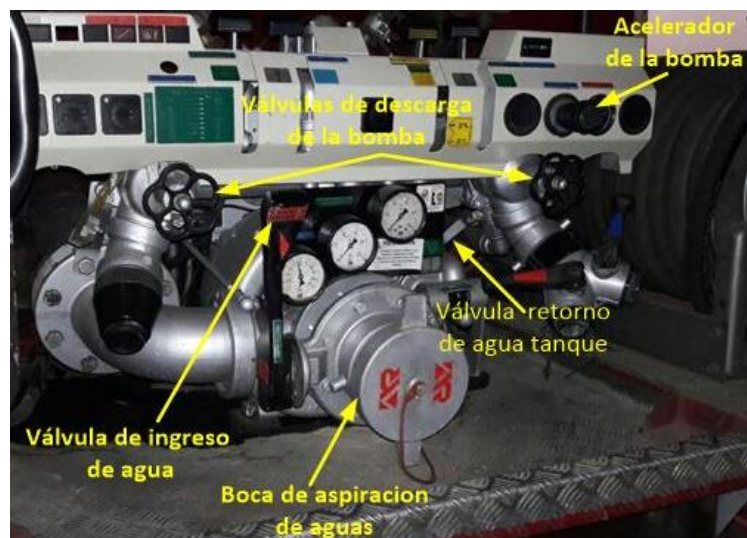


Figura 116: Válvulas de la bomba Rosenbauer

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

- Conectar las mangueras en las tomas de salida antes de enroscar asegures que estén en su parte interior los cauchos de sellos de las mangueras para evitar fuga de agua por el acople de las mangueras.
- Siempre que esté trabajando este pendiente de ruidos extraños en la bomba.

Operación con presión combinada

Cuando se trabaja a alta presión el agua que sale del cuerpo de baja presión entra en el cuerpo de alta presión y pasa sucesivamente por otros rodantes aumentando 3 veces la presión



Figura 117: Válvula selectora baja o presión combinada.

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

La válvula de selección dirige el agua por el primer cuerpo o por ambos cuerpos, es decir, si la bomba trabaja solo en bajas o también en altas presiones. Esta válvula es la palanca que está en el extremo inferior derecho de la bomba. Para realizar los cambios de presión se ha de hacerse con el motor a ralentí o la bomba no conectada.

Seleccione con la palanca la presión que desea usted trabajar con la palanca, en la parte superior indica baja presión de salida con la palanca. En la posición inferior trabajaría con las presiones combinadas alta y baja esta es la más recomendable para trabajar por su mayor presión, para cambiar de posición de baja presión a alta presión baje las revoluciones del motor hasta llegaran a ralentí de la bomba. Al cambiar de posición de baja a alta presión con la bomba conectada realice el

movimiento lentamente evitando el movimiento brusco o realice esta operación con la bomba desconectada; si realiza con la bomba acelerada puede destruirse los componentes internos de la bomba.

Nota: ¡Trabajando con alta presión se sofocan más las llamas, se gasta menos agua y se sujeta mejor la lanza!

Esta es una bomba de presión combinada que posee tres manómetros indicadores, como se observa en la Figura 118:

- Uno de baja presión que indica la presión de salida de la primera etapa de la bomba. La escala es de 0 a 25 bar (Kg/cm² o atm) de 0 a 362 Psi
- Un manómetro de alta presión que indica la presión de salida en altas presiones. La escala del manómetro es de 0 a 100 bar (Kg/cm² o atm) ó 0 a 1450 Psi.
- Un manovacuómetro de altura, con una parte en rojo y la otra en color negro: al aspirar agua con la bomba a través del mangote (succión con tapa de la bomba) la presión de vacío con que succiona, y cuando se introduzca el agua a presión desde un hidrante marcará en la zona de los números negros (presiones positivas) es la presión con que el agua entra a la bomba.

Nota: ¡Con la palanca en posición de presión combinada se puede obtener a la vez agua en alta y baja presión

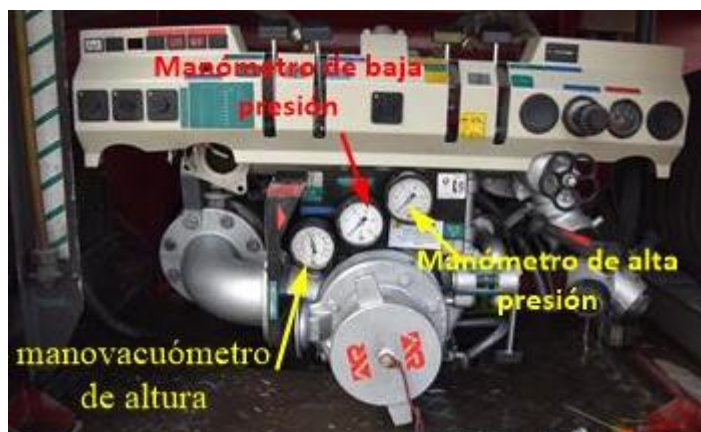


Figura 118: Manómetros de la bomba Rosenbauer

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Si se tienen la palanca en la posición superior (baja presión) solo se puede obtener agua de la rampa de baja presión. En este caso el agua que sale de la bomba solo pasa por el impulsor de baja presión.

Si se tiene la palanca en posición inferior (alta presión) el agua pasará por los dos cuerpos de la bomba. En esta posición se puede obtener a la vez agua por la rampa de alta y baja presión.

El mecanismo de la parte interna de la bomba se refrigera con el agua que pasa a través de la bomba. Si la bomba funciona durante varios minutos con las válvulas o pitones cerrados se calentará agresivamente, y por lo tanto también la bomba. Este sobrecalentamiento daña a la bomba, que incluso puede llegar a agripar la bomba (es decir un agarrotamiento de las partes internas de la bomba por un sobrecalentamiento), para evitar este daño se recomienda lo siguientes pasos:

- Llevar siempre la llave de retorno al tanque de agua medio abierta ($\frac{1}{4}$ de paso de la válvula abierta) de esta manera siempre hay agua circulando por las etapas y refrigerando las partes internas de la bomba.
- Al trabajar con presión combinada no mantener la bomba acelerada varios minutos sin que salga agua por las mangueras de alta presión: la llave de retorno al tanque solo refrigera la primera etapa.

Por esta razón cuando realice conexión de nuevos tramos de mangueras hacerle con rapidez, a fin de no mantener mucho tiempo funcionando la bomba sin salida de agua.

Otra alternativa puede ser que el operador abra un momento la llave del carrito de pronto auxilio para que salga el agua caliente que se acumula en las etapas de alta presión e ingrese agua fresca.

El único inconveniente de llevar el retorno al tanque semi abierto es que se pierde presión, pero con este tipo de bomba no se nota mucho la pérdida de presión.

Nota: ¡Llevar la válvula de retorno semi abierta para que se produzca recirculación es alargar la vida de la bomba!

Si utiliza espuma a través de la bomba no abra la válvula de recirculación al tanque, la espuma es altamente corrosiva y puede corroer el tanque y provocaría que el agua esté contaminada con espuma y esto no es recomendable para la bomba. En caso que esto suceda se recomienda limpiar bien el recipiente de agua y todos los circuitos de la bomba.

Funcionamiento de la bomba en alta presión

1. Abra la válvula de ingreso de agua de la bomba que viene desde el recipiente del tanque del vehículo.
2. Ponga el vehículo en una marcha alta (quinta) para tener mejor eficiencia de la bomba.
3. Con el vehículo encendido y a ralentí conectar la toma fuerza de la bomba.
4. Para trabajar en alta presión colocar suavemente la palanca desde baja presión a presión combinada ó alta presión.
5. Abrir la válvula de retorno a tanque de agua del camión.
6. Abrir la válvula de salida que haya conectado la manguera.
7. Abra el pitón de la manguera o la punta de lanza para que salga el agua.
8. Acelere a la bomba hasta obtener la presión deseada para el trabajo a realizar.

Nota: recordar que la mayor eficiencia de la bomba y su mejor desempeño es trabajar en alta presión, ya que se ahorra agua y además se consigue mayor eficiencia de la bomba.

Operación de la bomba a baja presión

La bomba de baja presión tiene un sólo cuerpo con un solo impulsor. Trabaja exactamente igual que lo descrito hasta ahora para la bomba de alta presión o presión combinada. En el aportan los 4 impulsores, el agua ingresa al cuerpo de la bomba y sale a través de los impulsores directamente a la rampa de salida

Llenado del tanque de agua del vehículo

Se puede llenar de dos maneras:

i.- Si va a llenar desde una cisterna, cierre la válvula que viene desde el tanque de agua del vehículo, se utilizará la bomba auxiliar llamada bomba de cebado, las bombas centrifugas no succionan bien si no está llena la manguera de succión de agua, la bomba de succión absorbe el agua a través del mangote de aspiración (succión de la bomba) hasta que llegue el agua a la bomba. El procedimiento para llenar es el siguiente.

1. Conecte los mangotes de aspiración necesarios a la bomba, verifique el extremo que no existan obstáculos que puedan obstruir la succión de la manguera y coloque las rejillas o filtros si es necesario. Además, coloque una válvula de pie para facilitar el cebado.
2. Mantenga la válvula cerrada que viene del tanque de agua para la succión de la bomba.
3. Conecte la toma fuerza de la bomba y seleccione bajando la palanca en posición de baja presión
4. Mantenga las válvulas de retorno cerrada para que se produzca el vacío.
5. Conecte el cebador de la bomba hasta que expulse agua por la manguera situada en su parte de abajo (también se nota por el cambio de sonido en la bomba), de todas formas, nunca se debe cebar por debajo de -0.6 bar de presión, indicada por el manovacuómetro de altura, si se sobre pasa pueden producir burbujas de vapor de agua, que dañan las bombas.
6. Una vez cebada la bomba se desconecta el cebador y acto seguido se abre el retorno. Se acelera la bomba para llenar el tanque de almacenamiento de agua del vehículo.
7. Cuando deje de acelerar, se cierra el retorno, se desconecta la bomba y se desmonta las mangueras que se utilizó para succionar el agua.

ii.- Llenado desde un hidrante, llenar el recipiente de agua del vehículo desde un hidrante mediante la conexión de las mangueras a las tomas laterales que tiene el vehículo para abastecimiento de agua.

Drenado del cuerpo de la bomba.

Debajo del cuerpo de la bomba (a un lado de la palanca selectora de alta y baja presión) se encuentra la llave de vaciado.

Refrigeración de motor

El circuito de refrigeración del motor del vehículo pasa por bajo del chasis y vuelve al radiador tras hacer un pequeño recorrido por el interior del cuerpo de la bomba. Cuando el vehículo trabaja sin moverse y su motor no está refrigerando lo suficiente, este circuito proporciona refrigeración adicional al motor.

Utilización del sistema de espuma con la bomba.

- Acople una manguera en la conexión de la línea de alimentación de espuma que se encuentra en la parte de debajo del chasis del vehículo, conecte la manguera a un recipiente de espuma para absorber a través del proporcionador de espuma y ajuste la dosificación de 0,6 –1 %.
- Acelere la bomba hasta conseguir al menos una presión de 15 Kg/cm² en la punta del pitón y comenzar a aplicar la espuma.
- Ajustar la dosificación de espuma hasta que ésta salga con mayor consistencia posible.
- Una vez que termine de utilizar la espuma lave con abundante agua para evitar que se obstruyan o se oxiden las partes internas de la bomba.



Figura 119: Sistema de espuma de la bomba Rosenbauer

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Otros dispositivos

En la parte superior de la bomba hay testigos luminosos que indican:



Figura 120: Testigos luminosos de la bomba

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Procedimiento de operación de la Bomba Morita



Figura 121: Panel 1 de mandos y manómetros de la bomba Morita

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. Contador de RPM | 10. Válvula de limpieza |
| 2. Sensor de Temperatura | 11. Válvula Línea de Agua |
| 3. Manómetro de Presión | 12. Válvula Proporción de Espuma |
| 4. Manómetro de succión | 13. Válvula Principal de Espuma |
| 5. Selector de Válvula Principal | 14. Válvula de Descarga |

- | | |
|---|---|
| 6. Selector de Válvula Succión del Tanque | 15. Válvula Succión Tanque |
| 7. Selector Lámparas de Trabajo | 16. Aceleración del Motor RPM |
| 8. Selector Lámpara Cuarto de Bomba | 17. Válvula Conector |
| 9. Selector Lámpara Tablero de Control | 18. Válvula Succión |
| | 19. Válvula sistema de enfriamiento de caja toma fuerza |



Figura 122: Panel 2 de mandos y manómetros de la bomba Morita

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1. Manómetro de Presión | 6. Selector Lámpara Cuarto de Bomba |
| 2. Manómetro de Succión | 7. Selector Lámparas de Trabajo |
| 3. Selector de Válvula Succión del Tanque | 8. Válvula de Descarga |
| 4. Selector de Válvula Principal | 9. Válvula Succión |
| 5. Selector Lámpara Tablero de Control | 10. Aceleración del Motor RPM |

Funcionamiento de la bomba Morita

El fluido entra por el centro del impulsor, que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba. Debido a la geometría del cuerpo, el fluido es conducido hacia las tuberías de salida o hacia el

siguiente impulsor. El motor del vehículo transmite el movimiento a la bomba mediante una toma de fuerza que se conecta con la caja de cambios en neutro.

Operación de P.T.O.

El Pump Transmission Operation por sus siglas en inglés P.T.O., también llamado en español como: “Operación de Transmisión de la Bomba”, es un interruptor que permite acoplar la bomba al mecanismo de transmisión del vehículo.

Una vez estacionado el vehículo colocado la palanca en la caja cambio en la posición neutro active el freno de estacionamiento desde la cabina del conductor siga las siguientes indicaciones:

1. Pulse el interruptor para abrir la válvula principal de succión de agua a la bomba.
2. Presione el pedal del embrague meta una marcha cualquiera preferible la quinta y vuelva a sacar dejando la palanca de cambios en posición neutro, para evitar ruido en la caja al momento de conectar la bomba con le toma fuerza.
3. Presione el embrague y luego el interruptor de función de PTO y suelte suavemente el embrague.
4. Bájese de la cabina para ajustar el monitor y abra las válvulas de descarga manualmente girando el acelerador del motor desde el tablero de control, ajuste las revoluciones en el panel de control del sistema contra incendios a 3000 RPM en el tablero de control o hasta obtener 15 kg/ cm² (213 Psi).

La apertura y cierre de todas las válvulas se deben hacer de forma lenta y progresiva (1 o 4 segundo) para evitar que la bomba no sufra daños por cambios bruscos de presión.

Nota: ¡Accionando con suavidad las válvulas de descarga en la bomba y evite los golpes de ariete, esto puede dañar las partes internas de la bomba y tuberías en el sistema!

Refrigeración de la bomba

El mecanismo de las partes internas de la bomba se refrigera con el agua que pasa a través de la bomba. Si la bomba funciona durante varios minutos con las válvulas o pitones cerrados el agua ira calentando agresivamente, y por lo tanto también la bomba incrementará su temperatura. Este sobre calentamiento daña a la bomba, que incluso puede llegar a gripar la bomba (es decir un agarrotamiento de las partes internas de la bomba por un sobrecalentamiento), para evitar este daño se recomienda lo siguiente:

- Llevar siempre los pitones medio abiertos ($\frac{1}{4}$ de paso de la válvula abierta) de esta manera siempre hay agua circulando por las etapas y refrigerando las partes internas de la bomba.
- No mantener la bomba acelerada varios minutos sin que salga agua por las válvulas de descarga o pitones.

Por esta razón cuando realice conexión de nuevos tramos de mangueras hacerle con rapidez, a fin de no mantener mucho tiempo funcionando la bomba sin descarga de agua. Otra alternativa puede ser que el operador ponga el selector de válvula de succión del tanque (6I o 3D-) en posición abierta para que recircular al agua al tanque.

Nota: Siempre que esté utilizando el sistema de inyección de espuma no utilice el selector de válvula de succión del tanque (6I o 3D) para evitar contaminación del agua del tanque de almacenamiento.

Utilización del sistema de espuma con la bomba.

El sistema contra incendio del vehículo cuenta con un tanque de espuma de 400 lt (105 Gls) unido al tanque de agua.

1. Una vez funcionando la bomba de agua acelere hasta conseguir una presión de 15 kg/ cm² (213 Psi) y ponga en posición abierta la válvula principal de espuma (13-I)
2. Ajuste la válvula proporción de espumas hasta que esta salga con mayor consistencia posible (12-I).

3. Una vez que termine de utilizar la espuma lave con abundante agua para evitar que se obstruyan o se oxiden las partes internas de la bomba, coloque la válvula proporción de espuma (12-I) en cero y en posición cerrada la válvula principal de espuma (13-I)
4. Reduzca la aceleración RPM de la bomba hasta obtener 6 kg/ cm² (85 Psi), abra lentamente la válvula de limpieza (10-I) hasta que en la válvula de los Pitones no se observe la presencia de espuma.

Llenado del tanque de agua del vehículo

Se puede llenar de dos maneras.

i.- Si va a llenar desde una cisterna usando la bomba cierre la válvula principal que viene desde el tanque de agua del vehículo hacia la bomba, se utilizará la bomba auxiliar llamada bomba de cebado, las bombas centrifugas no succionan bien si no está llena la manguera de succión de agua, la bomba de succión absorbe el agua a través del mangote de aspiración (succión de la bomba) hasta que llegue el agua a la bomba. El procedimiento para llenar es el siguiente:

1. Conecte los mangotes de aspiración necesarios a la bomba, verifique en el extremo que no existan obstáculos que puedan obstruir la succión de la manguera, coloque las rejillas o filtros si es necesario y coloque una válvula de pie para facilitar el cebado.
2. Mantenga la válvula principal cerrada que viene del tanque de agua para la succión de la bomba.
3. Conecte el toma fuerza de la bomba P.T.O. y acelere para que la bomba de cebado entre en función, nunca se debe cebar por debajo de - 6 kg/ cm² de presión, indicada por el manovacuómetro de altura, si se sobre pasa pueden producir burbujas de vapor de agua, que dañan las bombas.
4. Mantenga el selector de la válvula de succión del tanque en posición cerrada para que se produzca el vacío.
5. Una vez cebada la bomba se desconecta el cebado automáticamente y acto siguiente se cambia el selector de la válvula de succión del tanque en

posición abierta y se acelera la bomba para llenar el tanque de almacenamiento de agua del vehículo.

6. Cuando se deje de acelerar, se cambia el selector de la válvula de succión del tanque en posición cerrada, se desconecta la bomba y se desmonta las mangueras que se utilizó para succionar el agua.

ii.- Llenado desde un hidrante

1. Para llenar el recipiente de agua del vehículo desde un hidrante conecte una manguera a la toma lateral que tiene el vehículo para el abastecimiento de agua.
2. Abra la válvula de retorno al tanque para que ingrese el agua.

Operación del sistema polvo químico seco, clasificación ABC



Figura 123: Partes del sistema polvo químico seco de la bomba Morita

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

- | | |
|--|---|
| 1,2,3,4. Cilindros de nitrógenos | 8. Válvula descarga del recipiente de PQS |
| 5. Válvula para presión a recipiente de PQS. | 9. Válvula de descarga del carrete. |
| 6. Regulador de presión del nitrógeno | |

7. Válvula de presurización del recipiente

10. Válvulas de limpieza para las mangueras

Operación sistema polvo químico seco.

- Abra una de las Válvulas de los cilindros de nitrógenos.
- Regule la presión de entrada al recipiente de nitrógeno a 10 Kg/cm², máximo a 12 Kg/cm².
- Abra una de las válvulas número 8 según el carrete a utilizar.
- Abra la válvula número 9 que está ubicada en el carrete.
- Abra la boquilla en la punta de la manguera y rosee el PQS al fuego

ADVERTENCIA

- Asegúrese de que el tanque de almacenamiento de agua este lleno antes de usar.
- Al suministrar el agua asegúrese de no mezclar otras sustancias que puedan causar daños graves a la bomba y válvulas.
- Cuando el vehículo y sus equipos no se usen por largo tiempo, verificar todas las partes antes de operar y asegurarse que el nivel en el tanque de agua este lleno.
- Evite el calentamiento del motor para evitar mal funcionamiento.
- Los suministros consumibles de las bombas contra incendios deben ser revisados regularmente.
- Cuando se realice mantenimiento, por favor retirar la llave de la cabina y colocar un anuncio para que el personal conozca que en ésta unidad están realizando trabajos.

Revisión después de cada actuación

Si se produce cualquier avería o daño, cuanto antes se detecte menores serán sus consecuencias. Una inspección exhaustiva del vehículo y los equipos utilizados después de cada actuación evita que los daños vayan a más y deja el vehículo en perfectas condiciones de trabajo

- Inspeccionar visualmente todo el vehículo, detectando posibles roturas, averías, fugas de aire o fluidos y posibles deterioros.
- Hacer lo mismo con la bomba, conectándola y comprobando si existen ruidos anormales.
- Revisión de los elementos de extinción utilizados (mangueras, racores, lanza), comprobando posibles roturas, pinchazos, quemaduras, golpes, desajustes, etc.

Capacitación

En este punto se presenta el cronograma de actividades que se van efectuar en el plan de capacitación que será brindada por el autor, para los bomberos operativos del cuerpo de bomberos de Shushufindi con el objetivo de exponer toda la propuesta del plan de mantenimiento preventivo de las autobombas, la correcta operación de las bombas y sobre el programa informático. Para lo cual se ha realizado un plan de capacitación presentado en la Tabla 34.

Tabla 34: Plan de capacitación de la propuesta

PLAN DE CAPACITACIÓN: CONTENIDOS A BRINDAR						
Tema:	Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo de las autobombas	No. Bomberos:	8 operativos	Duración propuesto:	Días:	5
				Horas:		3
Objetivo:	Realizar la capacitación de la propuesta realizada por el autor y formarlos para el correcto uso de este contenido, como también el manejo del material informático.					
CONTENIDO	Horas	JULIO 2018				
		7	8	14	15	21
Definiciones y conceptos	8:00					
Reglamentos legales y normativas utilizadas	9:30					
Explicación general de la propuesta	9:30 10:00					
Organigrama funcional						
Codificación de equipos	10:00					
Diagrama de flujo de mantenimiento	11:00					
Ficha técnica de los equipos						
Documentación	8:00					
Procedimiento para la inspección de cada vehículo	9:00					
Plan de mantenimiento	9:00 9:30					
Programa computarizado	9:30 10:00					
Manual de operación	10:00 11:00					
Dudas, comentarios, opiniones y sugerencias	9:00 12:00					

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador.

Beneficios de la Propuesta

El diseño de un programa de mantenimiento preventivo para las autobombas del cuerpo de bomberos de Shushufindi proporcionará grandes beneficios positivos para la institución y para toda la población del cantón.

El desarrollo y aplicación de documentos de mantenimiento son trascendentales para la ejecución del plan de mantenimiento preventivo. Además, los registros mantendrán un historial minucioso de los mantenimientos de cada autobomba corroborando las fallas más representativas de cada vehículo de emergencia.

La finalidad de proponer un plan de mantenimiento preventivo es gestionar con mayor eficiencia las actividades programadas, al elaborar una serie de actividades de periodicidad diaria, semanal, semestral, anual y de acuerdo al kilometraje de cada camión para incrementar el porcentaje de los indicadores de disponibilidad y mantenerlas siempre operativas para enfrentar las eventualidades, mantenimiento como prioridad el cumplimiento de las normativas internacionales como NFPA para el mantenimiento de los camiones de los bomberos eliminando los tiempos por reparación no programado.

Encaminando hacia la eficiencia de las actividades de mantenibilidad preventiva se ha propuesto la contratación de un personal interno encargado de realizar las actividades de mantenimiento del parque automotor de la institución facilitando las inspecciones, los mantenimientos preventivos y correctivos y todas las operaciones que demanda el puesto beneficiando el servicio brindado.

La planificación de las actividades permite disminuir el ausentismo de las autobombas e incrementa la calidad del servicio mediante la disminución de los tiempos de mantenimiento y evitar que las pequeñas fallas que pueden ser detectadas por las inspecciones diarias ocasionen daños significativos.

El análisis del funcionamiento de las bombas contra incendios permite el desarrollo del procedimiento de operación de cada equipo respetando las

instrucciones de los manuales del fabricante y mejorando la formación de los bomberos operativos al instante de operar cada autobomba.

Lograr un cambio de mentalidad en el personal bomberil de la institución

Satisfacer las necesidades de la comunidad mediante un servicio oportuno y de calidad

Ser una institución de bomberos ejemplar, llevando una gestión de mantenimiento efectivo.

Previsión de la evaluación

Para el análisis financiero de la propuesta sobre el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo de las autobombas del cuerpo de bomberos de Shushufindi, se debe considerar los siguientes aspectos:

- Es una institución pública sin fines de lucro, que brinda un servicio de calidad y gratuito a la comunidad del cantón Shushufindi de forma ininterrumpida.
- Al no ser considerada una empresa de producción que percibe ingresos mensuales. El GAD de Shushufindi asigna a la institución un presupuesto anual de \$1400,00 dólares por cada autobomba exclusivo para el mantenimiento de las mismas. En aquellos casos de que uno de los vehículos de emergencia presente un daño superior, se hace un ajuste del presupuesto en el mes de agosto para realizar las reparaciones pertinentes.

Se presentará dos propuestas económicas beneficiando a la institución, como también el beneficio ahorrativo de emplear el plan de mantenimiento preventivo.

Para las dos propuestas se realizará la descripción de la inversión inicial que llevo a la realización de este estudio presentado en las siguientes tablas. Primero e considera el costo que conllevo la realización del estudio para ello se escoge el valor establecido en el Ministerio del Trabajo, salarios Mínimos Sectoriales 2018, el salario de un profesional en mantenimiento automotriz es de \$ 399,30. En la Tabla

35 se muestra el costo de la mano obra en base del salario básico unificado del 2018 de un profesional en mantenimiento automotriz.

Tabla 35: Cálculo del sueldo de la mano de obra

Sueldo		\$	399,30
Salario básico unificado		\$	386,00
IESS	11,15%	\$	43,04
Décimo tercero		\$	33,28
Décimo cuarto		\$	32,17
Fondo de reserva		\$	33,28
Vacaciones		\$	16,64
Desahucio		\$	8,32
Sub Total		\$	166,71
Total		\$	566,01
Costo Hora		\$	2,36

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Tabla 36: Costo de realizar el estudio de la propuesta

Profesional	Unidad	Cantidad	Valor (\$/h)	Costo total
Profesional en mantenimiento	Hora	224	2,36	\$ 566,01

Fuente: Ministerio del trabajo, Salarios Mínimos Sectoriales 2018

Elaborado por: El Investigador

Se presenta las herramientas que se empleó para el desarrollo y análisis de la propuesta que se muestra en la Tabla 37:

Tabla 37: Materiales para el desarrollo de la propuesta

Materiales	Costo (\$)
• 1 Copia a color del estudio	64,80
• Programa informático	50,00
• Libros técnicos	90,00
TOTAL=	204,80

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Además, se contempla el análisis de los costos para la implementación de un stock de repuestos como parte de la propuesta, el mismo que se menciona en los apartados anteriores, el costo de todos los repuestos se muestra en la Tabla 38.

Los costos considerados en el análisis financiero serán para aquellos repuestos consumibles que se adquieren cada año para cumplir con el plan de mantenimiento preventivo. Los repuestos restantes serán adquiridos conforme se cumpla el kilometraje o tiempo de uso de las autobombas de la institución.

Tabla 38: Precio del stock de repuestos

LUBRICANTES, LIQUIDOS Y GRASAS					
Descripción	Cant.	Unidad.	Marca	Precio Unitario	Precio total
Aceíte para motor a diésel 15W40 MERCEDES BENZ	5	Galones	Mobil	\$ 28,00	\$ 280,00
Aceíte para motor a diésel 15W40 HYUNDAI HD 170	8	Galones	Mobil	\$ 28,00	\$ 448,00
Aceíte para transmisión MERCEDES BENZ	5	Galones	Texaco	\$ 30,00	\$ 150,00
Aceíte para transmisión HYUNDAI HD 170	5	Galones	Texaco	\$ 30,00	\$ 150,00
Aceíte para diferencial 80W90 MERCEDES BENZ	4	Galones	Mobil	\$ 27,00	\$ 108,00
Aceíte para diferencial 80W90 HYUNDAI HD 170	5	Galones	Mobil	\$ 27,00	\$ 135,00
Aceíte para corona 85W140 MERCEDES BENZ	4	Galones	SHELL	\$ 27,60	\$ 110,40
Aceíte para corona 85W140HYUNDAI HD 171	5	Galones	SHELL	\$ 27,60	\$ 138,00
Aceíte hidráulico SAE 10 Sistema hidráulico MERCEDES BENZ	0,5	Galones	Valvoline	\$ 27,60	\$ 13,80
Aceíte hidráulico SAE 10 Sistema hidráulico HYUNDAI HD 170	0,5	Galones	Valvoline	\$ 27,60	\$ 13,80
Aceíte 80W90, para caja de piñones, Bomba ROSEMBAUER	0,5	Galones	Castrol	\$ 18,80	\$ 18,80
Aceíte SAE 30, para bomba de vacío Bomba ROSEMBAUER	0,25	Galones	Castrol	\$ 28,50	\$ 14,25
Aceíte SAE 30 Bomba MORITA	0,25	Galones	Castrol	\$ 18,80	\$ 9,40
Líquido de freno azul SAE J 1703 MERCEDES BENZ	1	Lt	Ate	\$ 25,40	\$ 25,40
Líquido de freno azul SAE J 1703 HYUNDAI HD 170	1	Lt	Ate	\$ 25,40	\$ 25,40
Refrigerante MERCEDES BENZ	5	Galones	Castrol	\$ 27,00	\$ 135,00
Refrigerante HYUNDAI HD 170	10	Galones	Castrol	\$ 27,00	\$ 270,00
Grasa para rodamientos de las ruedas SKF MERCEDES BENZ	5	KG	SKF	\$ 35,40	\$ 177,00
Grasa para rodamientos de las ruedas SKF HYUNDAI HD 170	8	KG	SKF	\$ 35,40	\$ 283,20
Grasa para chasis MERCEDES BENZ	6	KG	Texaco EPK2	\$ 18,55	\$ 111,30
Grasa para chasis HYUNDAI HD 170	10	KG	Texaco EPK2	\$ 18,55	\$ 185,50
TOTAL					\$ 2.802,25

Tabla 38: Continuación

FILTROS					
Descripción	Cant.	Unidad	Marca	Precio Unitario	Precio total
Filtros para aceite de motor MERCEDES BENZ	1	unid	Shogun	\$ 17,00	\$ 34,00
Filtros para aceite de motor HYUNDAI HD 170	1	unid	Shogun	\$ 17,00	\$ 34,00
Filtro de aire para MERCEDES BENZ	1	unid	FRAM	\$ 65,00	\$ 65,00
Filtro de aire para HYUNDAI HD 170	1	unid	HYUNDAI	\$ 92,00	\$ 92,00
Filtro de combustible MERCEDES BENZ	1	unid	MANN	\$ 18,00	\$ 36,00
Filtro de combustible HYUNDAI	1	unid	MANN	\$ 18,00	\$ 36,00
Filtro con trampa de agua MERCEDES BENZ	1	unid	MANN	\$ 22,80	\$ 45,60
Filtro secador HYUNDAI	1	unid	MANN	\$ 62,00	\$ 62,00
TOTAL					\$ 404,60
VARIOS					
Descripción	Cant.	Unidad	Marca	Precio Unitario	Precio total
Zapatas delanteras y posteriores MERCEDES BENZ	1	juego	-	\$ 160,00	\$ 160,00
Zapatas delanteras y posteriores HYUNDAI HD 170	1	juego	-	\$ 220,00	\$ 220,00
Juegos de Banda MERCEDES BENZ	1	juego	Gates	\$ 85,45	\$ 85,45
Juegos de Banda HYUNDAI HD 170	1	juego	Gates	\$ 182,00	\$ 182,00
TOTAL					\$ 647,45

Fuente: Propia**Elaborado por:** El Investigador**Tabla 39:** Costos del stock de repuestos de la propuesta

Stock de repuestos	Primer año (inversión)	Kilometraje o tiempo	TOTAL
Precio (\$)	2.278,30	1.576,00	3.854,30

Fuente: Propia**Elaborado por:** El Investigador

En la Tabla 39 se aprecia el análisis de la inversión inicial para la adquisición de repuestos anuales para cada autobomba es de \$2.278,30 en este se incluyen los mostrados en el Anexo 8. Los repuestos restantes del Anexo 9 se comprarán conforme a la planificación utilizando la Orden de Compra del Anexo 10.

En la Tabla 40 se presenta los costos de capacitación para los bomberos operativos y el encargado del departamento de mantenimiento de acuerdo con precios relacionados por empresas certificadas por la Secretaria Técnica Nacional de Cualificaciones y Capacitaciones Profesional, encargadas de brindar capacitaciones a diversas instituciones del Ecuador.

Tabla 40: Capacitación de la propuesta en la institución.

Tema	Personas a capacitar	Tiempo (horas)	Costo / Hora (\$)	Costo total (\$)
Plan de Mantenimiento preventivo de las autobombas	8	15	30.00	450.00

Fuente: Propia**Elaborado por:** El Investigador

Al establecer un plan de mantenimiento preventivo con una visión de que pueda ser realizado por cualquier bombero operativo basado en los procedimientos establecidos en este trabajo de titulación, en la Tabla 41 se presenta las herramientas mecánicas y electrónicas para realizar las actividades de mantenimiento establecidas en la planificación.

Tabla 41: Precios de las herramientas mecánicas

HERRAMIENTAS				
Descripción	Cant.	Unidad	Marca	Precio
Llave para filtro de correa para aceite	1	Unidad	FORCE	\$ 30,00
Destornilladores	8	Unidades	STANLEY	\$ 20,00
Llaves mixtas (6 - 32)mm	14	Unidades	STANLEY	\$ 105,00
Galgas	1	Unidad	-	\$ 5,00
Dados mando 1/2 (6 - 32)mm	24	Unidades	JTC	\$ 145,00
Dados mando 1/4 (6 - 14)mm	20	Unidades	STANLEY	\$ 245,26
Camilla	1	Unidad	CENTURY	\$ 40,00
Juego hexagonales (1,5 - 10)mm	1	Unidad	STANLEY	\$ 8,00
Torquímetro mando de 1/2	1	Unidad	STANLEY	\$ 180,00
Botador 1 pulgada	3	Unidades	TRUPER	\$ 6,42
Engrasadora manual tipo palanca	1	Unidad	SATA	\$ 30,00
Playo de presión 10 pulgadas	1	Unidad	INGCO	\$ 15,00
Playo universal	1	Unidad	BAHCO	\$ 30,00
Pinza	1	Unidad	BAKU	\$ 10,00
Llave de pico 12 pulgadas	1	Unidad	PRETUL	\$ 13,63
Llave de tubo 12 pulgadas	1	Unidad	STANLEY	\$ 20,00
Llave de tubo 24 pulgadas	1	Unidad	STANLEY	\$ 40,00
Multímetro	1	Unidad	TEMPERA	\$ 43,96
TOTAL				\$ 987,27

Fuente: Propia**Elaborado por:** El Investigador

En este punto, al realizar el estudio económico para el desarrollo de esta propuesta se ha generado una inversión inicial presentado en la Tabla 42, de acuerdo con el estudio económico mostrado anteriormente:

Tabla 42: Costos de inversión inicial de la propuesta.

Inversión Inicial	Costo (\$)
• Costos del estudio	566,01
• Costo de los materiales y desarrollo del programa informático	204,80
• Costo del stock de repuestos	2.278,30
• Costos de herramientas	987,27
• Costo de la capacitación	450,00
Total:	\$ 4.486,38

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Beneficio de la propuesta

Para considerar si la implementación de la propuesta es viable económicamente para el cuerpo de bomberos de Shushufindi, a continuación en la Tabla 43 se presentan dos propuestas financieras y se resumen los valores económicos de las fallas que se presentaron en la Tabla 9, estos gastos son los mantenimiento realizados en un año y conocer las ventajas monetarias que conlleva el efectuar una gestión de mantenimiento adecuada para las autobombas.

La implementación de la gestión de mantenimiento preventivo de las autobombas se ha propuesto en el organigrama funcional de la Figura 27, la incorporación del departamento de mantenimiento para el cual se requerirá la presencia de un personal encargado de gestionar las actividades preventivas.

- **Propuesta 1:** los gastos indicados en esta propuesta son aquellos que se requerirá para el desarrollo del plan de mantenimiento, las herramientas e insumos necesarios para cumplir con el plan de mantenimiento. Además, se capacitará a los 8 bomberos operativos con la propuesta del

plan de mantenimiento preventivo realizada por el autor. El costo de la capacitación está considerado en la inversión inicial.

- **Propuesta 2:** se propone un análisis económico basado en los criterios para gestionar el mantenimiento preventivo planteado por autores citados en este documento, la diferencia de esta alternativa es la contratación de un personal fijo para cumplir con las funciones descritas en la Tabla 27. El costo fijado se ha extraído del Ministerio del Trabajo, salarios Mínimos Sectoriales 2018, para el cargo supervisor en mantenimiento en este valor incluye los beneficios de ley.

	Nº Personal	Salario	Costo Anual
Supervisor mantenimiento	1	567,90	6814,80

En la Tabla 43 se aclarece los costos provenientes de las fallas ocurridas en los 16 meses de estudio proyectado a un año de consumo. Se aprecia el ahorro económico de implementar una de las 2 propuestas desarrolladas por él autor, para ello se le presentará a la institución bomberil quien analizará las alternativas y opte por la más conveniente, aquella que represente un ahorro económico y garantice una alta disponibilidad de los camiones de bomberos.

Tabla 43: Beneficio económico de la propuesta

COSTOS					
Autobomba	Mercedes Benz				
	Hyundai HD 170				
Costos sin propuesta		Costos con propuesta 1		Costos con propuesta 2	
Descripción	Costo	Descripción	Costo	Descripción	Costo
Mantenimiento 2016-2017	12442,4025	Stock de repuestos	2278,30	Salario del nuevo personal	6814,80
		Estudio	566,01	Stock de repuestos	2278,30
		Materiales y programa informático	204,80	Estudio	566,01
		Herramientas	987,27	Materiales y programa informático	204,80
		Capacitación	450,00	Herramientas	987,27
				Capacitación	450,00
Total	\$12.442,40	Total	\$ 4.486,38	Total	\$ 11.301,18

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

La Tabla 44 se muestra la comparación de los gastos económicos de las dos propuestas con respecto al presupuesto anual que se destina al mantenimiento de las autobombas, mostrando un análisis para el primer y segundo año.

En el primer año los valores de las dos propuestas son elevados haciendo énfasis que es la inversión inicial, pero para el segundo año se eliminan gastos de herramientas, estudio, materiales y capacitación. Solo se considera para la propuesta 1: los gastos de reabastecer el stock de repuestos. Y la propuesta 2: los gastos del salario del nuevo personal y el stock de repuestos.

Las propuestas pretenden aumentar el beneficio económico para la institución, generando un ahorro económico y lo más importante incrementar la disponibilidad para responder frente cualquier emergencia.

Tabla 44: Análisis del presupuesto anual y la propuesta

DESCRIPCIÓN		1er Año	2do Año
Presupuesto			
	BRAVO 1	\$ 1.400,00	\$ 1.400,00
	BRAVO 2	\$ 1.400,00	\$ 1.400,00
TOTAL		\$ 2.800,00	\$ 2.800,00
Propuesta 1			
	Stock de repuestos	\$ 2.278,30	\$ 2.278,30
	Estudio	\$ 566,01	
	Materiales y programa informático	\$ 204,80	
	Herramientas	\$ 987,27	
	Capacitación	\$ 450,00	
TOTAL		\$ 4.486,38	\$ 2.278,30
Propuesta 2			
	Salario del nuevo personal	\$ 6.814,80	\$ 6.814,80
	Stock de repuestos	\$ 2.278,30	\$ 2.278,30
	Estudio	\$ 566,01	
	Materiales y programa informático	\$ 204,80	
	Herramientas	\$ 987,27	
	Capacitación	\$ 450,00	
TOTAL		\$ 11.301,18	\$ 9.093,10

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

Desde este punto de vista la propuesta es viable y el ahorro que tendrá el cuerpo de bomberos será notorio. Se debe resaltar que esta propuesta está ajustada a las actividades que realiza la institución y al presupuesto anual.

Conclusiones

Se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo para las autobombas del cuerpo de bomberos de Shushufindi, basado en las indicaciones del fabricante y en la norma NFPA.

Con la realización de actividades de inspecciones diarias, semanales, semestrales y anuales permitirá detectar las fallas con mayor facilidad para solucionarlos a tiempo y disminuir los tiempos de indisponibilidad.

Los procedimientos de las actividades de mantenimiento preventivo para las autobombas del cuerpo de bomberos fueron desarrollados para que el personal interno de la institución pueda llevarlo a cabo.

Los mantenimientos imprevistos externalizados en talleres electromecánicos, estas actividades serán gestionadas con antelación para evitar el ausentismo del vehículo y el responsable será el encargado de la gestión usando el programa informático para que toda la información se comparta a los departamentos pertinentes.

La implementación de un stock de repuesto ayudará en disminuir los tiempos de reparación y será de apoyo para la planificación de las actividades programadas gestionando a tiempo en los talleres seleccionados.

Con el desarrollo de una herramienta informática exclusiva para el mantenimiento preventivo de las autobombas facilitará el trabajo de los operarios que forma parte de la gestión de mantenimiento y conjuntamente con la planificación se asegurará la disponibilidad de los camiones de emergencia.

Se estableció el procedimiento de operación de cada bomba contra incendios para incrementar la formación de los bomberos operativos que manipulan los equipos durante las emergencias y evitando problemas mecánicos por una mala utilización debido a las falencias de conocimientos técnicos.

Para gestionar correctamente los mantenimientos preventivos se ha descrito un procedimiento de inspección de acuerdo con normas internacionales vigentes, las

mismas que deben ser ejecutadas por el personal bomberil o el encargado del mantenimiento.

Recomendaciones

Cumplir con las actividades de inspección rutinarias y de mantenibilidad para cada unidad desarrollados en la propuesta, para evidenciar disminución en los tiempos por reparación e implementar en los bomberos operativos un hábito de inspección de acuerdo a la planificación.

Realizar evaluaciones periódicas del plan de mantenimiento preventivo para evidenciar las falencias que puede tener y mejorar continuamente las actividades de mantenimiento de las unidades, mediante sugerencias que el personal pueda aportar.

Se recomienda utilizar la herramienta informática para facilitar el manejo de la información periódica que se obtiene con cada inspección y mantenimiento de las autobombas. Recordando que ninguna herramienta informática es perfecta lo que se les recomienda realizar una lista de inconvenientes para poder mejorarlo.

Para garantizar un mejoramiento de las actividades programadas mediante la gestión de mantenimiento preventivo, se sugiere la realización y revisión de los parámetros de disponibilidad. Esto ayudará a realizar una comparación de los indicadores periódicamente en un lapso de tiempo no mayor a 6 meses.

Todo el personal interno de la institución, bomberos operativos y administrativos deberán estar conscientes de que las tareas de mantenimiento son obligaciones de todos para mejorar el indicador de disponibilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- AENOR. (2008). *Mantenimiento: Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento*. Madrid: AENOR.
- AENOR, N. U. (2011). *Mantenimiento: Terminología del Mantenimiento*. Madrid: AENOR.
- Alegría, J. M., & Sáez, M. P. (2007). *Curso Básico de Estadística para Economía y Administración de Empresas*. Santander: UC Universidad de Cantabria.
- Arbós, L. C. (2012). *Organización de la producción y dirección de operaciones: Sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. Madrid: Díaz de Santos.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Editorial Episteme.
- Arques, J. (2009). *Ingeniería y gestión del mantenimiento en el sector ferroviario*. España: Ediciones Días de Santos.
- Belloví, M. B., Ramos, R., & Mata, C. (2004). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Obtenido de NTP 679: Análisis modal de fallos y efecto : http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf
- Benjamín, E., & Fincowsky, F. (2009). *Organización de Empresas*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Cárcel, J. (2014). *Planteamiento de un modelo de mantenimiento industrial basado en técnicas de gestión del conocimiento*. Valencia: OmniaScience .
- Carrasco, J. C. (2014). *Planteamiento de un modelo de mantenimiento industrial basado en técnicas de gestión del conocimiento*. Valencia, España: Omnia Science.
- Club de Mantenimiento. (1 de Febrero de 2013). *Gestión de mantenimiento: Indicadores de mantenimiento*. Obtenido de Club de Mantenimiento: <http://www.clubdemantenimiento.com/indicadores-de-mantenimiento-1a-parte/>
- Contraloría General del Estado. (2013). *Examen especial al mantenimiento, uso y conservación de vehículos del CBDMQ, en Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, ubicado en la ciudad de Quito DM., Cantón Quito y provincia de Pichincha*. Quito.
- Cruz, M. d., Nápoles, M., Morales, Y., Gonzáles, E., & Morales, M. (2017). procedimiento basado en el modelo conceptual del mantenimiento centrado en la fiabilidad para la reconversión de la industria azucarera en el contexto cubano. *Tecnología Química*, 67-78.

- Cuerpo de Bomberos Cuenca. (2 de Abril de 2003). *http://www.bomberos.gob.ec/*.
Obtenido de Reglamento Interno de Utilización, mantenimiento, control y responsabilidades para el manejo del parque automotor del Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca: *http://www.bomberos.gob.ec/imagenes/uploads/File/2.2.3.%20REGLAMENTO%20INTERNO%20DE%20UTILIZACION%20PARQUE%20AUTOMOTOR.pdf*
- Cuerpo de Bomberos de Shushufindi. (Agosto de 2017). *http://shushufindi.gob.ec/portal/cuerpo-bomberos-shushufindi/*. Obtenido de Cuerpo de Bomberos de Shushufindi: *http://shushufindi.gob.ec/portal/cuerpo-bomberos-shushufindi/*
- Cuerpo de Bomberos Distrito Metropolitano de Quito. (Agosto de 2017). *Historia de los Caballeros de Fuego*. Obtenido de Cuerpo de Bomberos Distrito Metropolitano de Quito: *https://www.bomberosquito.gob.ec/historia/*
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., & Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico . *Investigación en educación médica*, 162-167.
- Educaweb. (Abril de 2018). Obtenido de Educaweb: *https://www.educaweb.com/profesion/mecanico-mantenimiento-1003/*
- Espinoza, Á. J., & Fernández, E. L. (2017). *La entrevista en las organizaciones*. Ciudad de México: El manual Moderno .
- Fsmits. (25 de Febrero de 2013). *Blog de Indubal*. Obtenido de Blog de Indubal: *https://blog.indubal.com/category/buses-y-camiones/*
- G.A.D. Municipal Shushufindi. (2016). Obtenido de G.A.D. Municipal Shushufindi: *http://shushufindi.gob.ec/portal/wp-content/uploads/2017/04/ORDENANZA-DE-SERVICIOS-DE-SOCORRO-Y-EXTINCION-INCENDIOS-CUERPO-BOMBEROS.pdf*
- García, O. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogota, Colombia: Ediciones de la U.
- Garrido, S. G. (2010). *La contratación de Mantenimiento Industrial* . Ediciones Díaz de Santos.
- Garrido, S. G. (2010). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento* . Madrid: Díaz de Santos .
- Garrido, S. G. (2012). *Mantenimiento correctivo en centrales de ciclo combinado*. Madrid: Díaz de Santos.
- Garrido, S. G. (19 de Enero de 2013). *Renovetec*. Obtenido de Indicadores en mantenimiento: *http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-*

industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento

- Garrido, S. G. (2016). *100 ideas de mejora en mantenimiento*. Obtenido de Renovetec: <http://mantenimiento.renovetec.com/149-100-ideas-de-mejora-en-mantenimiento>
- Garrido, S. G. (2016). El futuro del mantenimiento predictivo. *IRIM*, 23.
- Gestión de Mantenimiento*. (2005). Obtenido de Mantenimiento Mundial: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/libro/torres/parte2.pdf>
- Gomez, J. R. (2012). *Introducción a la ingeniería industrial*. Tlalnepantla, México: Red Tercer Milenio.
- Gonzales, H. (11 de Septiembre de 2012). *Calidad y Gestión*. Obtenido de La mejora Continua - Diagrama de Pareto: https://calidadgestion.wordpress.com/2012/09/11/mejora_continua-diagrama_de_pareto/
- González, J. C. (2012). *Gestión y Logística del Mantenimiento de Vehículos*. San Vicente: Editorial Club Universitario.
- Hernández, D. L., Vázquez, V. A., & Alanís, M. C. (2013). Cómo redactar proyectos de investigación. *Rev Esp Méd Quir*, 333.
- Interempresas. (18 de Agosto de 2014). *Propuesta de mejora en departamento de mantenimiento*. Obtenido de Interempresas: <http://www.interempresas.net/Mantenimiento/Articulos/125730-Propuestas-de-mejora-en-departamentos-de-mantenimiento.html>
- Jcarrey. (7 de Octubre de 2011). *SlideShare*. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/jcarrey/390-cambio-de-doble-embrague-0am-de-7-marchaspdf>
- Malagon, L. (5 de Abril de 2014). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/guest2027/92895312-sistemadealumbradoenelautomovil>
- Márquez, C. A., & Márquez, A. C. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada en la Gestión de Activos*. Sevilla: INGEMAN.
- Martínez, V. M., Martínez, B. T., & González, P. O. (1999). *Fundamentos de Ingeniería del Mantenimiento*. España: Editorial Universitat Politècnica de València.
- Mercado Libre*. (s.f.). Obtenido de Mercado Libre: https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-636944259-bombin-embrague-principal-0a-101-mercedes-benz-1214-_JM

- Mercado Libre. (s.f.). *Mercado Libre*. Obtenido de Mercado Libre Argentina: https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-701142453-filtro-de-aire-para-mercedes-benz-1620-om-366-_JM
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2014). *Listado de Instituciones*. Obtenido de Ministerio de Economía y Finanzas: <http://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/ANEXO-2-BYE.pdf>
- Ministerio del Trabajo. (2018). *Ecuador Legal Online*. Obtenido de Ecuador Legal Online: <http://www.ecuadorlegalonline.com/laboral/tabla-salarios-minimos-sectoriales-2018/>
- Moreno, A. R. (2010). Obtenido de Mantenimiento Industrial - III Recopilación : https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38979771/III.-Mantenimiento_Industrial_Recopilacion.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1508098765&Signature=mi%2BuzkZ63%2FiGP7TJHJRfr%2Bs7iLg%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename
- NFPA 1911. (2007). *Hamyaenergy*. Obtenido de Inspection, Maintenance, Testing, and Retirement of In-service Automotive Fire Apparatus: <http://hamyaenergy.com/static/fckimages/files/NFPA/Hamyar%20Energy%20NFPA%201911%20-%202007.pdf>
- NFPA. (2002). *Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de protección Contra Incendios a Base de Agua*.
- NFPA. (2003). *NFPA 1901: Standard for Automotive fire Apparatus*. Dallas.
- Ochoa, E. M. (Abril de 2001). *Análisis de la Problemática Bomberil en el Ecuador y sus posibles Soluciones*. Quito.
- Parra, C., & Crespo, A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos*. Sevilla: Ingeman.
- Peña, M. L., & Garrido, E. D. (2016). *Fundamento de dirección de operaciones en empresas de servicios*. Madrid: ESIC EDITORIAL.
- Periódico El Telégrafo. (11 de Octubre de 2016). Petroecuador financia repotenciación de automotores del cuerpo de Bomberos de Esmeraldas. *El telégrafo*.
- Qurren. (4 de Abril de 2018). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Calibre_fijo
- Real Academia Española. (Agosto de 2017). *DLE*. Obtenido de Real Academia Española: <http://dle.rae.es/?id=Onrxgkw>
- Rojas, L. (7 de Diciembre de 2013). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/LuisRojasCardenas/publicar-29000601>

- Sabelotodo. (14 de Marzo de 2018). *Sabelotodo.Org*. Obtenido de Sabelotodo.Org: <http://www.sabelotodo.org/automovil/frenos.html>
- Sampieri, R. h., Fernández-Collado, C., & Lucio, P. B. (2006). *Metodología de la investigación*. Iztapalapa, México DF: MC Graw Hill.
- SEAS. (2012). *Gestión de Mantenimiento*. Obtenido de Real Casa de la Moneda: <http://www.fnmt.es/documents/10179/6076529/20151105+Documentacion+1/931c925e-bb51-450d-bb17-db70ff3a6524>
- Stephens, M. P. (2010). *Productivity and reliability - based maintenance management*. Indiana : Purdue University Press.
- Taringa! (16 de Mayo de 2017). Obtenido de Taringa!: <https://www.taringa.net/posts/autos-motos/19880781/Funcionamiento-del-motor-de-arranque.html>
- Tavares, L. (1999). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Brasil: Novo Polo Publicacoes.
- Terrazas, R. (2011). Planificación y programación de operaciones. *Perspectivas*, 10.
- Top Truck. (15 de Abril de 2016). Obtenido de Top Truck: <http://www.toptruck.es/content/kit-de-embrague-para-camiones-y-autobuses-dt-spare-parts>
- Universidad Tecnológica Indoamérica. (2017). *Líneas de Investigación de la Universidad Tecnológica Indoamérica*. Obtenido de <http://www.uti.edu.ec>: <http://www.uti.edu.ec/wp-content/uploads/2017/08/lineasdeinvestigacionporcentro.pdf>
- Valdivieso, J. C. (2010). *Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Empresa Extruplas S.A.* Cuenca.
- Vázquez, J. M. (2012). *Diseñando Sistemas de Alta Disponibilidad y Tolerantes a fallos*. Obtenido de <http://www.morales-vazquez.com/pdfs/disponibilidad.pdf>
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare*, 125-138.
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. revista chilena de Ingeniería*, 125-138.
- Wieder, M. A. (Mayo de 1999). Manual del Conductor/Operario del vehículo autobomba. Oklahoma, Estados Unidos: Editorial department.

Wikihow. (2 de Diciembre de 2013). Obtenido de Wikihow:
<https://es.wikihow.com/limpiar-los-terminales-de-una-bater%C3%ADa>

Willdre. (8 de Febrero de 2007). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia:
https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_arranque#/media/File:Automobile_starter.JPG

ANEXOS

Anexo 1: Formato de revisiones anuales para los camiones contra incendios

**QUARTERLY/ANNUAL
MOBILE FIRE APPARATUS INSPECTION REPORT**

Inspection date _____
Fire department _____ Apparatus no. _____

Apparatus	Chassis
Manufacturer _____	Make _____
Model _____	Model _____
Serial no. _____	VIN _____
Hourmeter _____	Odometer _____

Legend:
X = Acceptable visually, checked R = Requires repair or adjustment
U = Unsafe condition requires repair prior to use C = Corrected NA = Not applicable

CHASSIS INSPECTION

Engine and Cooling Systems

____ Oil level and condition	____ Battery cables and clamps
____ Oil leaks	____ Battery fluid level
____ Coolant level	____ Battery terminal voltage _____ volts
____ Antifreeze protection	____ Chassis grounds and connections
____ Coolant additive level	____ Starter motor cable condition
____ Fuel system for leaks	____ Starter motor operation
____ Fuel system plumbing condition	____ Fan mounting bolts and adjustment
____ Power steering fluid level	____ Fan shroud clearance and condition
____ Power steering pump and plumbing	____ Fan clutch or shutters operation
____ Coolant hose condition and leaks	____ Air filter element condition
____ Alternator mounting brackets	____ Air intake tubes and hoses
____ Alternator connections	____ All belts condition and adjustment
____ Charging system output _____ volts	____ After-cooler or intercooler tubes and hoses
____ Auxiliary cooler connections	____ Motor mount condition
____ Battery condition and hold downs	____ Radiator cap pressure

Comments on engine and cooling systems inspection _____

© 2007 National Fire Protection Association NFPA 1911 (p. 1 of 7)

Fuente: (NFPA 1911, 2007).

Anexo 2: Formulario de AMFE

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)															
AMFE DE PROYECTO <input type="checkbox"/>		AMFE DE PROCESO <input type="checkbox"/>			DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE / PARTE DEL PROCESO				CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE		Hoja:				
NOMBRE Y DPTO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDOR:					COORDINADOR: (Nombre / Dpto.)				MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN		FECHA INICIO: FECHA REVISIÓN:				
OPERACIÓN O FUNCIÓN	FALLO N°	FALLOS POTENCIALES			ESTADO ACTUAL				ACCIÓN CORRECTORA	RESPONSABLE / PLAZO	SITUACIÓN DE MEJORA				
		MODOS DE FALLO	EFECTOS	CAUSAS DEL MODO DE FALLO	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL PREVISTAS	F	G	D			IPR	ACCIONES IMPLANTADAS	F	G	D
Soldadura MIG	1.1	Falta soldadura	Retrabajos, ruidos, falta de rigidez	Defectos de acoplamiento	Ninguna	8	8	2	128	Previstos grupos y aprietes en zona MIG	Proceso Chapa / Anteproyecto				
	1.2			Pestañas fuera de geometría	Ninguna	8	8	2	128	Pestañas bien diseñadas para gar antizar geometría	Proyectos / Anteproyecto				
	1.3	Soldadura defectuosa	Agujeros en chapa	Desacoplamiento chapas	Ninguna	8	8	2	128	Garantizar geometrías y acoplamientos	Proceso Chapa / Anteproyecto				
	1.4	Mala calidad de soldadura	Retrabajos, ruidos, grietas	Parámetros de soldadura incorrectos	Ninguna	2	9	8	144	Acceso restringido a los parámetros de máquina. Control periódico de los mismos.	Proceso Chapa / Anteproyecto				
	1.5	Proyecciones suciedad poros	Óxido, suciedad en bajos en pinturas	Falta de gas. Malos parámetros	Ninguna	6	8	7	336	Incorporar medios en la estación para eliminar suciedad.	Proceso Chapa / Anteproyecto				
	1.6	Deslumbramiento	Problemas de visión de los operarios	Ausencia de vallas oscuras	Ninguna	10	8	2	160	Colocar pantallas de protección en zonas de soldadura MIG	Proceso Chapa / Anteproyecto				
	1.7			Ausencia de puertas oscuras	Ninguna	10	8	2	160	Colocar puertas de protección para no deslumbrar	Proceso Chapa / Anteproyecto				
	1.8	Exceso de humos	Exposición a agentes químicos	Campanas de humos ubicadas muy alejadas de la zona de emanación del humo.	Ninguna	6	8	4	192	Colocar campanas de aspiración justo al lado de la fuente del humo.	Proceso Chapa / Anteproyecto				

Fuente: (Belloví, Ramos, & Mata, 2004)

Anexo 3: Formato de revisiones diarias de los camiones contra incendios

DAILY/WEEKLY WALK-AROUND CHECK FOR MOBILE FIRE APPARATUS							
Fire department name _____				Date _____			
Apparatus no. _____			Station no. _____				
Start mileage _____		End mileage _____		Start engine hours _____		End engine hours _____	
Inspectors: Mon _____	Tue _____	Wed _____	Thur _____	Fri _____	Sat _____	Sun _____	
Legend: X = OK		R = Repair required (requires a comment regarding problem)					
NA = Not applicable		C = Corrected					
OPERATIONS	Mon	Tue	Wed	Thur	Fri	Sat	Sun
Engine							
1. Check engine oil and transmission level.							
2. Check engine coolant level.							
3. Check for integrity of frame and suspension.							
4. Check power steering fluid.							
Outside							
1. Check for fluid leaks under vehicle.							
2. Check steering shafts and linkages.							
3. Check wheels and lug nuts.							
4. Check tire condition.							
5. Check tire air pressure.							
Cab							
1. Check seats and seat belts.							
2. Start engine, check all gauges.							
3. Check windshield wipers.							
4. Check rear view mirror adjustment and operation.							
5. Check horn.							
6. Check steering shafts.							
7. Check cab glass and mirrors.							
Body							
1. Check steps and running boards.							
2. Check body condition.							
3. Check grab handles.							
Electric							
1. Check battery voltage and charging system voltage.							
2. Check line voltage system.							
3. Check all lights (ICC and warnings).							
© 2007 National Fire Protection Association				NFPA 1911 (p. 1 of 2)			

Fuente: (NFPA 1911, 2007).

Anexo 4: Mantenimiento para las bombas contra incendios según NFPA 25

Item	Actividad	Frecuencia	Referencia
Caseta de bombas, rejilla de ventilación de calefacción	Inspección	Semanal	8.2.2(1)
Sistema de bombas de incendio	Inspección	Semanal	8.2.2(2)
Operación de la bomba			
Sin flujo	Prueba	Semanal	8.3.1
Con flujo	Prueba	Anual	8.3.3.1
Hidráulico	Mantenimiento	Anual	8.5
Transmisión mecánica	Mantenimiento	Anual	8.5
Sistema eléctrico	Mantenimiento	Variable	8.5
Regulador, diferentes componentes	Mantenimiento	Variable	8.5
Motor	Mantenimiento	Anual	8.5
Sistema de máquina diesel, diferentes componentes	Mantenimiento	Variable	8.5

Fuente: (NFPA, Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de protección Contra Incendios a Base de Agua, 2002)

Anexo 5: Procedimientos de inspección de vehículos contra incendios.



Figura 3.5 Barra o aspire el interior de la cabina.

Encerado

Los cuerpos de bomberos deben seguir las instrucciones del fabricante en lo que respecta a la aplicación de cera o de pulidores parecidos en el exterior del vehículo. En muchos vehículos nuevos, el empleo de estos productos ya no es necesario y, de hecho, puede dañar los acabados protectores de recubrimientos transparentes que se aplican sobre la pintura. Si es necesario aplicar cera u otros pulidores, es preciso esperar a que la pintura tenga como mínimo seis meses. Por regla general, antes de aplicar estos productos se debe lavar y secar el vehículo. Entonces, pueden aplicarse cera o pulidores con un paño suave y hay que pulirlos utilizando un paño suave o un pulidor mecánico.

Procedimientos de inspección del vehículo

El conductor/operario debe seguir un procedimiento sistemático para inspeccionar el vehículo. Si se dispone de un método sistemático, es más fácil asegurarse de

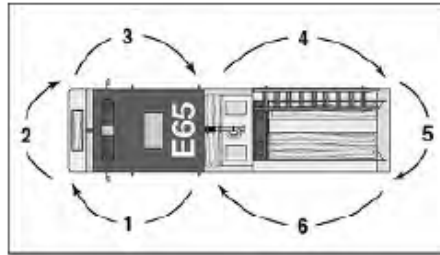


Figura 3.6 El conductor/operario debe ser sistemático a la hora de aproximarse al vehículo para inspeccionarlo.

que todos los elementos importantes se verifican cada vez que se realiza una inspección. La información de los siguientes apartados está basada en los requisitos establecidos por la NFPA 1002 y en los requisitos de inspección previos al inicio de un trayecto establecidos por el gobierno estadounidense para obtener el carnet de conducir comercial de EE.UU. Incluso si en su jurisdicción no es obligatorio que el conductor/operario del vehículo contraincendios obtenga este carnet de conducir, estos principios de inspección previos al inicio de un trayecto proporcionan una base sólida para el tipo de inspección que tienen que saber realizar todos los conductores/operarios de vehículos contraincendios. Ese tipo de inspección es la que el personal profesional debe realizar al principio de cada turno y que el personal voluntario debe efectuar una vez cada semana o cada dos semanas.

Uno de los métodos para realizar una inspección del vehículo antes del inicio de un trayecto recibe el nombre de método del *círculo* o de la *vuelta*. Este método consiste en que el conductor/operario se coloque en la puerta del conductor de la cabina y camine alrededor del vehículo en el sentido de las agujas del reloj. A medida que se da la vuelta al vehículo, se van verificando las zonas importantes. El paso final consiste en que el conductor/operario entre en la cabina, ponga el vehículo en marcha y realice una comprobación del funcionamiento de todos los sistemas. En la figura 3.6 se observa un método para efectuar la inspección de vuelta. Los procedimientos concretos varían en función de las políticas de cada cuerpo y del diseño del vehículo; por ejemplo, un vehículo que tenga el motor delante de la cabina se inspecciona de modo diferente del que lo tiene detrás de la cabina o debajo de ésta. La información contenida en este apartado puede utilizarse durante la inspección, independientemente del orden exacto que se siga.

Fuente: (Wieder, 1999)

Elaborado por: Michael A. Wieder

Anexo 6: Salarios Mínimos Sectoriales 2018



Salarios Mínimos Sectoriales 2018

trabajo.gob.ec

**ANEXO 1: ESTRUCTURAS OCUPACIONALES - SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES Y TARIFAS
COMISIÓN SECTORIAL No. 11 "VEHÍCULOS, AUTOMOTORES, CARROCERÍAS Y SUS PARTES"**


RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA:

- 1.- TALLERES DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE AUTOMOTORES
- 2.- ENSAMBLAJE DE AUTOMOTORES, FABRICACIÓN DE SUS PARTES Y PIEZAS; Y, FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS
- 3.- COMERCIALIZACIÓN DE VEHÍCULOS, AUTOMOTORES, CARROCERÍAS; Y, SUS PARTES Y PIEZAS

CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2018
JEFE DE TALLER AUTOMOTRIZ	A1		1107502000047	400,84
SUPERVISOR AUTOMOTRIZ	B1	AUTOMOTRIZ	1104341000001	400,84
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN AUTOMOTRIZ	B2	DE PRODUCCIÓN	1104341000002	400,84
INSPECTOR / CONTROL DE CALIDAD AUTOMOTRIZ	B3		1104341000003	400,84
ELECTRICISTA AUTOMOTRIZ	C1		1107502000020	399,89
MONTACARGUISTA AUTOMOTRIZ	C1	ALTO RIESGO; ABASTECEDOR DE PARTES A LA LÍNEA	1110000000001	399,89
OPERARIO DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	C1		1110000000002	399,89
RETOCADOR AUTOMOTRIZ	C1		1104341000004	399,89
SOLDADOR AUTOMOTRIZ	C1		1110000000003	399,89
PINTOR AUTOMOTRIZ DE CÁMARA	C1		1107502000048	399,89
VENDEDOR DE REPUESTOS AUTOMOTRICES	C1		1107502000049	399,89
CALIBRADOR EN VEHÍCULOS	C2		1120000000004	399,30
ENDEREZADOR AUTOMOTRIZ	C2		1104341000008	399,30
FORRADOR AUTOMOTRIZ	C2		1104341000007	399,30
MECÁNICO AUTOMOTRIZ	C2		1104341000010	399,30
MECÁNICO DE MANTENIMIENTO / ELECTROMECAÁNICO	C2		1104341000011	399,30
MECÁNICO EN CAJA Y TRANSMISIÓN	C2		1107502000023	399,30
MECÁNICO EN CERRADURAS Y VIDRIOS	C2		1107502000024	399,30
MECÁNICO EN FORJA	C2		1107502000025	399,30
MECÁNICO EN FRENOS Y SUSPENSIÓN	C2		1107502000026	399,30
MECÁNICO EN MOTORES	C2		1107502000027	399,30
MECÁNICO EN SISTEMAS DE ESCAPE	C2		1107502000028	399,30
MECÁNICO EN SISTEMAS DE INYECCIÓN	C2		1107502000029	399,30
MECÁNICO LUBRICADOR	C2		1107502000030	399,30
MECÁNICO RECTIFICADOR	C2		1107502000031	399,30
PINTOR AUTOMOTRIZ	C2		1120000000006	399,30
TAPIZADOR EN VEHÍCULOS	C2		1120000000007	399,30
VENDEDOR DE VEHÍCULOS	C2		1120000000008	399,30
OPERARIO DE PRODUCCIÓN DE ENSAMBLADORA AUTOMOTRIZ	C3		1130000000009	398,92

Fuente: (Ministerio del Trabajo, 2018)

Anexo 7: Historial completo de autobomba 11 AB 01

CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI																			
HISTORIAL MANTENIMIENTO																			
Fecha de actualización:		miércoles, 13 de junio de 2018																	
Marca:		Mercedes Benz				Código:		11 - A B - 01				Abreviatura		Tipo de mantenimiento		Sistema		Abreviatura	
Clase:		Vehículo				N° Chasis:		9BM695016WBI69689				PR		Preventivo		Mecánico		ME	
Tipo:		Motobomba				N° Motor:		37796410406426				CN		Correctivo Normal		Eléctrico		EL	
Año:		1998										CU		Correctivo urgente		Cambio aceite		CA	
																Carrocería		CR	
																Otros		OT	
N°	Kilometraje / Horas	No. Orden Trabajo	Inicio		Tipo Mantenimiento	Sistema	Taller	Descripción de la actividad preventiva / correctiva	Repuestos			Costo		Fin					
			Fecha	Hora H/m					N° E&R	Descripción	Costo	N°. Factura	Costo Total	Fecha	Hora H/m				
1	16550	002	18/1/2016	09 / 00	CN	EL	Taller Omar	REVISION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL TABLERO	Ninguno	Ninguno	Ninguno	686	\$ 56,00	18/1/2016	11 / 00				
2	16572	003	21/1/2016	08 / 00	PR	ME	MANTENIMIENTO EXPRESS JULIAN	CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	Ninguno	Ninguno	Ninguno	689	\$ 156,80	21/1/2016	09 / 50				
3	16587	004	23/2/2016	07 / 00	PR	ME	MANTENIMIENTO EXPRESS JULIAN	mantenimientos preventivos y correctivos	Ninguno	Litros de aceite	\$ 25,98	4049	\$ 119,99	23/2/2016	17 / 00				
4	16987	005	9/3/2016	10 / 30	CN	OT	TAPICERIA CHARLES	ARREGLO DEL ASIENTO DEL COPILOTO	Ninguno	Ninguno	Ninguno	709	\$ 33,60	9/3/2016	12 / 30				
5	17058	006	25/3/2016	09 / 15	CN	ME	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES LY	MANTENIMIENTO DE FUGA DE AIRE	Ninguno	Ninguno	Ninguno	712	\$ 56,00	25/3/2016	11 / 15				
6	17542	007	12/4/2016	13 / 00	CN	EL	Tecni Electric Omar	Arreglos del sistema eléctrico de la radio FM	Ninguno	Ninguno	Ninguno	6042	\$ 42,97	12/4/2016	14 / 00				
7	17550	008	12/4/2016	13 / 00	CN	OT	Tecni Electric Omar	Arreglo del tablero	Ninguno	Ninguno	Ninguno	6042	\$ 42,97	12/4/2016	14 / 00				
8	17568	009	13/4/2016	11 / 00	CN	CR	XPRINT	Colocación de cintas reflectivas.	Ninguno	Ninguno	Ninguno	677	\$ 372,14	13/04/106	14 / 00				
9	18240	010	23/5/2016	10 / 30	CN	EL	Taller Omar	MANTENIMIENTO Y REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO - LUCES BOMBILLAS	Ninguno	Ninguno	Ninguno	755	\$ 45,60	23/5/2016	12 / 00				
10	18578	001	31/5/2016	09 / 15	CU	ME	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES LY	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE- CAMBIO DE RIN DEL PULMON	Ninguno	Ninguno	Ninguno	761	\$ 57,00	31/5/2016	13 / 15				
11	18602	011	1/6/2016	08 / 00	CU	ME	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES LY	Mantenimiento del sistema de aire (salida de pulmón de aire) del vehículo Mercedes Benz de la Institución.	Ninguno	Ninguno	Ninguno	310	\$ 70,22	1/6/2016	12 / 00				
12	19025	012	15/6/2016	09 / 00	CN	OT	Electri repuestos y accesorios V&E	Plumasdeterioradas	Ninguno	Plumas Boch	\$ 34,20	6149	\$ 34,20	15/6/2016	09 / 50				

Anexo 7: Continuación

237

N°	Kilometraje / Horas	No. Orden Trabajo	Inicio		Tipo Mantenimiento	Sistema	Taller	Descripción de la actividad preventiva / correctiva	Repuestos			Costo		Fin	
			Fecha	Hora H/m					N° E&R	Descripción	Costo	N° Factura	Costo Total	Fecha	Hora H/m
12	19025	012	15/6/2016	09 00	CN	OT	Electri repuestos y accesorios V&E	Plumasdeterioradas	Ninguno	Plumas Boch	\$ 34,20	6149	\$ 34,20	15/6/2016	09 50
13	19025	013	15/6/2016	13 45	CN	EL	Electri repuestos y accesorios V&E	Instalación de luces led en los vehículos de emergencia	Ninguno	Guías led, cable, Tairas	\$ 314,20	6146	\$ 314,05	15/6/2016	14 45
14	20856	014	1/8/2016	10 45	PR	ME	AUTOCOLOR DON VINI	CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR	Ninguno	Filtro, aceite	\$ 46,00	108	\$ 144,00	1/8/2016	13 45
15	20856	015	1/8/2016	10 45	CN	ME	AUTOCOLOR DON VINI	reparación de ventolera	Ninguno	Ninguno	Ninguno	108	\$ 20,00	1/8/2016	13 45
16	22058	016	14/10/2016	11 00	CN	ME	HIGH SCAN	Filtro de aceite dañado, reemplazo	Ninguno	Filtro, aceite	\$ 5,70	2251	\$ 5,70	14/10/2016	11 25
17	22897	017	8/11/2016	15 00	CN	CR	Lavadora Moderna Jacome	Limpieza completa del chasis Vehiculo	Ninguno	Ninguno	Ninguno	38045	\$ 15,96	8/11/2016	16 00
18	23789	018	13/12/2016	8 00	CU	ME	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES LY	Reparación integral del motor	Ninguno	Recambios	\$ 6.536,71	369-371	\$ 8.589,17	27/12/2016	13 00
19	24823	019	1/3/2017	15 00	CN	ME	Taller en General Amazonas	Cambio de aceite del acelerador del vehículo	Ninguno	Aceite	\$ 15,00	11769	\$ 15,00	27/3/2017	15 45
20	25799	020	24/4/2017	8 30	PR	ME	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES LY	Cambio de aceite de motor	Ninguno	Aceite, filtro	\$ 169,18	377	\$ 206,11	24/4/2017	13 30
21															

Encargado de mantenimiento: -	Firma:
-------------------------------	--------

Fuente: Propia

Anexo 8: Stock de repuesto anuales

ANUAL					
LUBRICANTES, LIQUIDOS Y GRASAS					
Descripción	Cant.	Unidad.	Marca	Precio Unitario	Precio total
Aceite para motor a diésel 15W40 MERCEDES BENZ	5	Galones	Mobil	\$ 28,00	\$ 280,00
Aceite para motor a diésel 15W40 HYUNDAI HD 170	8	Galones	Mobil	\$ 28,00	\$ 448,00
Aceite 80W90, para caja de piñones, Bomba ROSEMBAUER	0,5	Galones	Castrol	\$ 18,80	\$ 18,80
Aceite SAE 30, para bomba de vacío Bomba ROSEMBAUER	0,25	Galones	Castrol	\$ 28,50	\$ 14,25
Aceite SAE 30 Bomba MORITA	0,25	Galones	Castrol	\$ 18,80	\$ 9,40
Líquido de freno azul SAE J 1703 MERCEDES BENZ	1	Lt	Ate	\$ 25,40	\$ 25,40
Líquido de freno azul SAE J 1703 HYUNDAI HD 170	1	Lt	Ate	\$ 25,40	\$ 25,40
Refrigerante MERCEDES BENZ	5	Galones	Castrol	\$ 27,00	\$ 135,00
Refrigerante HYUNDAI HD 170	10	Galones	Castrol	\$ 27,00	\$ 270,00
TOTAL					\$ 1.226,25
FILTROS					
Descripción	Cant.	Unidad	Marca	Precio Unitario	Precio total
Filtros para aceite de motor MERCEDES BENZ	1	unid	Shogun	\$ 17,00	\$ 34,00
Filtros para aceite de motor HYUNDAI HD 170	1	unid	Shogun	\$ 17,00	\$ 34,00
Filtro de aire para MERCEDES BENZ	1	unid	FRAM	\$ 65,00	\$ 65,00
Filtro de aire para HYUNDAI HD 170	1	unid	HYUNDAI	\$ 92,00	\$ 92,00
Filtro de combustible MERCEDES BENZ	1	unid	MANN	\$ 18,00	\$ 36,00
Filtro de combustible HYUNDAI	1	unid	MANN	\$ 18,00	\$ 36,00
Filtro con trampa de agua MERCEDES BENZ	1	unid	MANN	\$ 22,80	\$ 45,60
Filtro secador HYUNDAI	1	unid	MANN	\$ 62,00	\$ 62,00
TOTAL					\$ 404,60
VARIOS					
Descripción	Cant.	Unidad	Marca	Precio Unitario	Precio total
Zapatillas delanteras y posteriores MERCEDES BENZ	1	juego	-	\$ 160,00	\$ 160,00
Zapatillas delanteras y posteriores HYUNDAI HD 170	1	juego	-	\$ 220,00	\$ 220,00
Juegos de Banda MERCEDES BENZ	1	juego	Gates	\$ 85,45	\$ 85,45
Juegos de Banda HYUNDAI HD 170	1	juego	Gates	\$ 182,00	\$ 182,00
TOTAL					\$ 647,45


Fuente: Propia

Anexo 9: Otros repuestos del plan de mantenimiento.

REPUESTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO					
LUBRICANTES, LIQUIDOS Y GRASAS					
Descripción	Cant.	Unidad.	Marca	Precio Unitario	Precio total
Aceite para transmisión MERCEDES BENZ	5	Galones	Texaco	\$ 30,00	\$ 150,00
Aceite para transmisión HYUNDAI HD 170	5	Galones	Texaco	\$ 30,00	\$ 150,00
Aceite para diferencial 80W90 MERCEDES BENZ	4	Galones	Mobil	\$ 27,00	\$ 108,00
Aceite para diferencial 80W90 HYUNDAI HD 170	5	Galones	Mobil	\$ 27,00	\$ 135,00
Aceite para corona 85W140 MERCEDES BENZ	4	Galones	SHELL	\$ 27,60	\$ 110,40
Aceite para corona 85W140HYUNDAI HD 171	5	Galones	SHELL	\$ 27,60	\$ 138,00
Aceite hidráulico SAE 10 Sistema hidráulico MERCEDES BENZ	0,5	Galones	Valvoline	\$ 27,60	\$ 13,80
Aceite hidráulico SAE 10 Sistema hidráulico HYUNDAI HD 170	0,5	Galones	Valvoline	\$ 27,60	\$ 13,80
Grasa para rodamientos de las ruedas SKF MERCEDES BENZ	5	KG	SKF	\$ 35,40	\$ 177,00
Grasa para rodamientos de las ruedas SKF HYUNDAI HD 170	8	KG	SKF	\$ 35,40	\$ 283,20
Grasa para chasis MERCEDES BENZ	6	KG	Texaco EPK2	\$ 18,55	\$ 111,30
Grasa para chasis HYUNDAI HD 170	10	KG	Texaco EPK2	\$ 18,55	\$ 185,50
TOTAL					\$ 1.576,00

Fuente: Propia

Anexo 10: Formato para orden de compras de repuestos

CUERPO DE BOMBEROS DE SHUSHUFINDI				
ORDEN DE COMPRA			Nº. Orden: 001	
Fecha de solicitud: Lunes 07 de Mayo del 2018		Fecha de entrega: Lunes 14 de Mayo del 2018		
Proveedor: TECNICENTRO FULL DIESEL				
Dirección: Los Cedros y Melchor. Quito-Ecuador				
Teléfono: 0224-4578				
Departamento que solicita: Departamento de mantenimiento		Código del vehículo / equipo: 1 1 - AB - 0 2		
Dirigido a: Coronel Jhon Moreno		Fecha de aprobación: Lunes 07 de Mayo del 2018		
Solicitante: Henry Yane				
DESCRIPCIÓN				
Nº	Repuesto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	SET DE BANDA PARA HYUNDAI HD 170	1 KIT	\$ 95,00	\$ 95,00
COSTOS ADICIONALES				
Transporte				
Seguro				
Otros				
			Sub-Total:	\$ 95,00
			I.V.A. 12 %	\$ 11,40
			TOTAL:	\$ 106,40
Observaciones:				
PROVEEDOR				
Nombre: José S		Encargado de mantenimiento:		
Fecha: 8 Mayo del 2018				
Firma:				

Fuente: Propia