



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
CAMIONES FORD F-550 CONTRA INCENDIO DEL BENEMÉRITO
CUERPO DE BOMBEROS MUNICIPALES DE GUATEMALA**

Adrián José Alfonso Rodríguez Salazar

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, abril de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
CAMIONES FORD F-550 CONTRA INCENDIO DEL BENEMÉRITO
CUERPO DE BOMBEROS MUNICIPALES DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ADRIÁN JOSÉ ALFONSO RODRÍGUEZ SALAZAR
ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ABRIL DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Mirian Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García (a.i.)
EXAMINADOR	Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CAMIONES FORD F-550 CONTRA INCENDIO DEL BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS MUNICIPALES DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 13 de julio de 2015.

Adrián José Alfonso Rodríguez Salazar



Guatemala, 16 de noviembre de 2015
Ref.EPS.DOC.776.11.15.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Adrián José Alfonso Rodríguez Salazar** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 201114464, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CAMIONES FORD F-550 CONTRA INCENDIO DEL BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS MUNICIPALES DE GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Carlos Anibal Chicoy Coloma
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo
CACC/ra





Guatemala, 16 de noviembre de 2015
REF.EPS.D.605.11.15

Ing. Roberto Guzmán
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Guzmán:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CAMIONES FORD F-550 CONTRA INCENDIO DEL BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS MUNICIPALES DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Adrián José Alfonso Rodríguez Salazar** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

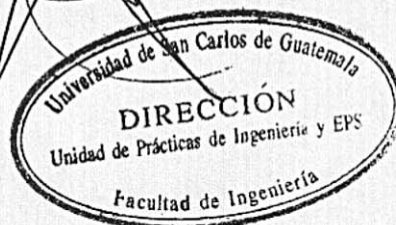
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvia José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





USAC
TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.361.2015

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CAMIONES FORD F-550 CONTRA INCENDIO DEL BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS MUNICIPALES DE GUATEMALA** del estudiante **Adrián José Alfonso Rodríguez Salazar**, carné **No. 2011-14464** recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador del Área Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, noviembre de 2015

/aej



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala


Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.140.2016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CAMIONES FORD F-550 CONTRA INCENDIO DEL BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS MUNICIPALES DE GUATEMALA** del estudiante **Adrián José Alfonso Rodríguez Salazar** carné No. **2011-14464** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica

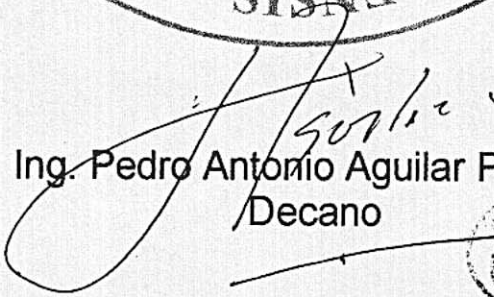


Guatemala abril de 2016
/aej



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONES FORD F-550 CONTRA INCENDIO DEL BÉNEMERITO CUERPO DE BOMBEROS MUNICIPALES DE GUATEMALA**, Presentado por el estudiante universitario: **Adrián José Alfonso Rodríguez Salazar**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, abril de 2016

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por permitirme abrir los ojos cada día y brindarme la fuerza para seguir adelante.
- Mis padres** Alfonso Rodríguez y Zoila Esperanza Salazar, por regalarme la vida y por apoyarme incondicionalmente en todo y mis estudios.
- Mi hermana** Ana Luisa del Rosario Rodríguez, por siempre creer en que lograría esta meta y dedicarme palabras de aliento.
- Mis abuelos** Que desde el cielo cada día me cuidan y velan por mi bienestar.
- Mi tía** Elba Salazar, por ser mi segunda madre, siempre ha estado pendiente de mí, me ha cuidado y aconsejado como un hijo.
- Mis amigos** Por los sabios consejos compartidos, que sin duda alguna me ayudarán en este mundo que aún falta por recorrer.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Grande entre las grandes, tricentenaria que me educó y me seguirá educando.
Facultad de Ingeniería	Que me brindó el conocimiento y la que seguirá siendo mi segunda casa.
Escuela de Ingeniería Mecánica	Escuela que me preparó con valores y educación para llegar a ser un profesional con conciencia de la situación de Guatemala.
Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales	Institución que me abrió las puertas e inculcó en mí el honor, la disciplina y la abnegación. Agradezco también, por abrirme las puertas para realizar mi trabajo de graduación.
Ing. Aníbal Chicojay	Por tomarse el tiempo de revisar y supervisar este proyecto de graduación.
Al pueblo de Guatemala	Porque cada persona, no importando su condición económica, colaboró para que yo culminara la etapa de formación universitaria.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Información general sobre la fuente de práctica.....	1
1.1.1. Misión	3
1.1.2. Visión.....	3
1.1.3. Valores	3
1.1.4. Historia	3
1.1.4.1. Fundación.....	4
1.1.4.2. Sus primeras máquinas	5
1.1.5. Equipamiento actual	6
1.1.6. Estaciones dentro de la ciudad.....	9
1.1.7. Capacitaciones	13
1.2. Planteamiento del problema	13
1.2.1. Antecedentes.....	14
1.2.2. Justificación	14
1.2.3. Formulación y delimitación del problema.....	15
1.2.4. Alcances	15
1.3. Marco teórico.....	16
1.3.1. Mantenimiento	16

1.3.1.1.	Eficiencia del mantenimiento.....	19
1.3.1.2.	Mantenimiento preventivo	19
1.3.1.3.	Plan de mantenimiento preventivo	20
1.3.1.3.1.	Visitas	20
1.3.1.3.2.	Revisiones.....	21
1.3.1.3.3.	Lubricación periódica	22
1.3.1.3.4.	Limpieza.....	24
1.3.1.4.	Mantenimiento correctivo	25
1.3.2.	Química del fuego	25
1.3.2.1.	Combustible	26
1.3.2.2.	Comburente.....	26
1.3.2.3.	Temperatura de ignición.....	26
1.3.3.	Componentes básicos de la combustión	26
1.3.3.1.	Conducción	27
1.3.3.2.	Convección.....	28
1.3.3.3.	Radiación	28
1.3.3.4.	Por desplazamiento de objetos incendiados	29
1.3.4.	Fases de desarrollo de un incendio.....	29
1.3.5.	Clasificación del fuego	30
1.3.6.	Extinción de incendios.....	30
1.3.7.	Camiones contra incendio	32
1.3.7.1.	Camiones contra incendio de ataque rápido	33
1.3.7.2.	Camiones contra incendio para ciudades pequeñas	33
1.3.7.3.	Camiones contra incendio aéreo portuarios	34

1.3.7.4.	Camiones contra incendios industriales.....	35
1.3.8.	Camiones F-550 contra incendio	36
1.3.8.1.	Características generales	36
1.3.8.1.1.	Equipo de comunicación.....	39
1.3.8.1.2.	Estroboscópicas y sirenas	39
1.3.8.2.	PTO (punto de toma de fuerza)	40
1.3.8.3.	Equipamiento hidráulico (bomba centrífuga Darley HM500).....	40
1.3.8.3.1.	Características.....	42
1.3.8.3.2.	Aplicaciones	43
1.3.8.3.3.	Rendimiento	43
1.3.8.3.4.	Curva de rendimiento ...	43
1.3.8.3.5.	Componentes auxiliares del equipo hidráulico	45
1.3.8.4.	Equipo misceláneo	48
1.3.8.4.1.	Pitón QUADRAFOG FQ125LF	50
1.3.8.5.	Sistema de espuma	52
1.3.8.6.	Instrumentación	53
1.3.8.6.1.	Manómetros.....	54
1.3.8.6.2.	Medidores de vacío	55
1.3.8.6.3.	Medidores de nivel de agua y espuma (<i>foam</i>)..	55

	1.3.8.6.4.	Control indicador de bomba centrífuga (Pumb boss).....	56
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL		59
2.1.	Plan de mantenimiento general del camión Ford F-550.....		59
	2.1.1.	Visitas.....	59
	2.1.2.	Revisiones.....	60
	2.1.3.	Lubricación periódica	63
	2.1.4.	Limpieza	64
2.2.	Plan de mantenimiento preventivo de sistema contra incendio.....		65
	2.2.1.	Visitas.....	65
	2.2.2.	Revisiones.....	66
	2.2.3.	Lubricación periódica	67
	2.2.4.	Limpieza	68
2.3.	Plan de mantenimiento de equipo misceláneo e instrumentación.....		69
	2.3.1.	Visitas.....	69
	2.3.2.	Revisiones.....	70
	2.3.2.1.	Equipo misceláneo	71
	2.3.2.2.	Instrumentación.....	71
	2.3.3.	Lubricación periódica	72
	2.3.4.	Limpieza	73
2.4.	Hoja de control de trabajos de mantenimiento		74
2.5.	Diseño de un plan de ahorro de agua en el uso de los camiones contra incendio.....		77
	2.5.1.	Métodos de ahorro de agua en la operación de los camiones Ford F-550 contra incendio.....	77

2.5.1.1.	Uso de chorro brisa	77
2.5.1.2.	Uso de chorro directo	78
2.5.1.3.	Cálculos para demostrar el tiempo perdido en combate de incendios, si no se usara el chorro brisa	79
2.5.1.4.	Propuesta de tiempos de uso de chorro brisa y chorro directo para el ahorro de agua	80
3.	FASE DE DOCENCIA	83
3.1.	Entrevistas.....	83
3.2.	Capacitaciones.....	84
3.2.1.	Prácticas.....	84
3.3.	Importancia del material bibliográfico	84
3.4.	Presentación sobre el mantenimiento preventivo de camiones Ford F-550 contra incendio	85
	CONCLUSIONES	87
	RECOMENDACIONES.....	89
	BIBLIOGRAFÍA.....	91
	APÉNDICES	93
	ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Cuarto de máquinas.....	1
2.	Ubicación de la Secretaría de Bomberos Municipales de Guatemala....	2
3.	Bomberos Municipales en el terremoto de 1976	5
4.	Estación dos.....	11
5.	Grafica costo <i>versus</i> tiempo.....	17
6.	Registro de fallas (hipotético).....	18
7.	Curva de la bañera.....	18
8.	Triángulo del fuego	27
9.	Tipos de transferencia de calor	28
10.	Fases de desarrollo de un incendio.....	29
11.	Extintor de PQS (polvo químico seco).....	31
12.	Camión contra incendio QUIROGA AR/07	33
13.	Camión contra incendio QUIROGA MC/17	34
14.	Camión contra incendio aéreo portuario QUIROGA ME/77	35
15.	Camión contra incendio industrial QUIROGA	36
16.	Camión F-550 del Cuerpo de Bomberos Municipales	38
17.	Compartimientos	38
18.	Atención de emergencias en la noche	39
19.	PTO (punto de toma de fuerza).....	40
20.	Bomba centrífuga Darley HM500, de 500 GPM	41
21.	Conexión de bomba centrífuga a PTO.....	41
22.	Instalación típica de la bomba centrífuga.....	42
23.	Rendimiento para relación de engranes 2.85:1.....	44

24.	Rendimiento para relación de engranes de 3.95:1	45
25.	Conexiones de descarga y succión	46
26.	Carrete de alta presión	46
27.	Monitor	47
28.	Compartimientos de equipo misceláneo	48
29.	Siamesas, coplas y herramientas de bombero	49
30.	Pitón QUADRAFOG FQ125LF	50
31.	Curvas presión <i>versus</i> caudal pitón QUADRAFOG	51
32.	Diagrama de sistema de espuma	52
33.	Panel de instrumentos	53
34.	Manómetros de salida 2 y carrete	54
35.	Medidor de nivel de agua en tanque	56
36.	Gobernador de presión y monitor de motor, modelo PBA400	58
37.	Motor F-Súper Duty 6.7Lt	61
38.	Lubricación de bastidor Ford F550	63
39.	Lubricación periódica de bomba centrífuga Darley HM500	67
40.	Lubricación de uniones de mangueras	73
41.	Tendedero de mangueras de estación dos	74
42.	Chorro directo y choro brisa	78
43.	Presentación sobre el plan de mantenimiento preventivo	86

TABLAS

I.	Equipo para atención prehospitalaria	7
II.	Simbología de lubricación periódica	24
III.	Ejemplo de simbología de lubricación periódica	24
IV.	Equipo misceláneo	48
V.	Características de vacuómetros	55
VI.	VOSO a realizar en el camión Ford F-550 contra incendio	60

VII.	Componentes de motor F-Super Duty 6.7Lt.....	61
VIII.	Intervalos de cambio de fluidos de motor.....	62
IX.	Revisiones.....	62
X.	Mantenimiento adicional.....	63
XI.	Lubricación bastidor Ford F-550	64
XII.	VOSO para sistema de potencia de agua	65
XIII.	Actividades de mantenimiento preventivo de bomba centrífuga Darley HM 500	66
XIV.	Carta de lubricación periódica de bomba centrífuga Darley HM500	68
XV.	VOSO para equipo misceláneo e instrumentación.....	70
XVI.	Revisiones de equipo misceláneo.....	71
XVII.	Revisiones de instrumentación	72
XVIII.	Lubricación de equipo misceláneo	73
XIX.	Control de mantenimiento general	75

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HP	Caballo de fuerza
gpm	Galones por minuto
kg	Kilogramo
lb-ft	Libra por pie
psi	Libra por pulgada cuadrada
m	Metro
mm	Milímetro
ft	Pies
pulg	Pulgadas
rpm	Revoluciones por minuto

GLOSARIO

Autocontenido	Sistema de aire comprimido, para brindar aire fresco a los bomberos.
Bomba hidráulica	Máquina que se usa para extraer, elevar o impulsar líquidos o gases de un lugar a otro.
Bombero	Oficio que radica principalmente en la actividad de combate de incendios.
Botiquín	Caja o maletín que contiene equipo de primeros auxilios.
Camión cisterna	Camión destinado al transporte de grandes cantidades de agua.
Camión contra incendio	Camión que posee un tanque de agua que es propulsada por una bomba hidráulica para extinguir un incendio.
CBM	Cuerpo de Bomberos Municipales.
Emergencia	Situación imprevista que requiere una especial atención y debe solucionarse lo antes posible.

Estación de bomberos	Estructura donde se guardan los camiones contra incendio, equipo para extinción de incendios además descansa el personal en espera de una llamada de emergencia.
Incendio	Ocurrencia de fuego no controlada.
Industria	Conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar la materia prima en producto.
Instalación	Conjunto de medios industriales.
Mantenimiento	Actividad que tiene como objetivo la conservación de un equipo.
Maquina	Conjunto de elementos destinados a la transformación de la energía.
PTO	Punto de toma de fuerza.
Servicio	Conjunto de actividades destinadas a responder a las necesidades de un cliente.

RESUMEN

El mantenimiento preventivo es una actividad primordial dentro de cualquier industria, lo que se busca es conservar la máquina o instalación, y mantener el servicio que esta presta para no tener pérdidas monetarias.

Mantenimiento preventivo es un conjunto de tareas previamente programadas cuya finalidad es cumplir con lo requerido por manuales de usuario o actividades que evitan daños a equipos, sistemas e instalaciones con lo cual no se dan paros imprevistos en el desarrollo normal de las actividades para las que existe el elemento al que se aplica este tipo de mantenimiento.

El trabajo de graduación se compone de tres fases; de investigación, de servicio técnico profesional y de docencia.

En la fase de investigación se investiga las generalidades de mantenimiento, química del fuego, formas de extinción de incendios y características de los camiones contra incendio Ford F-550, y su instrumentación.

La fase de servicio técnico profesional se describen las rutinas de mantenimiento, revisiones, lubricación periódica y limpieza del camión contra incendios, línea hidráulica, constituida principalmente por una bomba centrífuga marca Darley HM500, del equipo misceláneo e instrumentación utilizada por el camión contra incendio Ford F-550, así también un análisis en base a cálculos sobre el uso de chorros contra incendio para el ahorro de agua.

La fase final se denomina de docencia, en ella se capacitará al personal permanente y *ad honorem* de las estaciones de bomberos donde se encuentren los camiones Ford F-550 contra incendio, por medio de una charla con los siguientes temas:

- Mantenimiento preventivo desde el punto de vista vehicular
- Mantenimiento preventivo de fuerza motriz de agua
- Mantenimiento preventivo de equipo misceláneo e instrumentación

OBJETIVOS

General

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los camiones Ford F-550 contra incendio, del Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales de Guatemala.

Específicos

1. Por medio de un plan de mantenimiento preventivo mejorar la disponibilidad de los camiones Ford F-550, para brindar un servicio de calidad a la población de la ciudad de Guatemala en materia de extinción de incendios.
2. Conservar el servicio de los camiones contra incendio.
3. Mantener la vida útil de los camiones contra incendio dentro de un rango estipulado.
4. Brindar un plan de ahorro del agua en los camiones contra incendio Ford F-550.
5. Capacitar al personal permanente y *ad honorem* sobre el uso del equipo y del mantenimiento preventivo a realizarse dentro de las estaciones.

INTRODUCCIÓN

La confianza de la población guatemalteca, en materia de extinción de incendios, está depositada en los diferentes cuerpos de bomberos, los cuales poseen vehículos especialmente equipados contra incendio. La vida útil y la disponibilidad de los mismos depende directamente del mantenimiento preventivo que se les practique, siendo este planificado, ejecutado y supervisado correctamente.

El mantenimiento preventivo que se le ha dado a estos vehículos ha sido deficiente, ya que solo se les ha practicado el correctivo, el cual consiste en cambio de piezas hasta el momento cuando aparecen averías que provocan un paro en el servicio que esas máquinas prestan.

Este trabajo de graduación brinda herramientas para que se practique un correcto mantenimiento preventivo, tomando como base las visitas, revisiones, lubricación y limpieza; para que se realice dentro de las estaciones de bomberos. Para fines ilustrativos el proceso de mantenimiento preventivo se refiere a un tipo especial de camión contra incendios.

Brinda también recomendaciones en el uso de chorros para conseguir un ahorro de agua, para cuando se practique la extinción de incendios.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Información general sobre la fuente de práctica

El Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales de Guatemala es una institución de socorro al servicio de la población de la ciudad de Guatemala, fue fundado en 1956 bajo la dirección del quien fuera alcalde de la ciudad de Guatemala, ingeniero Julio Enrique Obiols Gómez, quien toma esta decisión al ver la necesidades de la población.

Actualmente se cuenta con ochocientos bomberos, entre personal *ad honorem* y permanente; cuenta con doce estaciones distribuidas estratégicamente dentro del perímetro de la ciudad de Guatemala, y es dirigida por el comandante primer jefe Fritz García Gallont.

Figura 1. **Cuarto de máquinas**



Fuente: estación dos, zona 12, ciudad de Guatemala.

Es una institución que busca brindar un mejor servicio a la población de la ciudad; ya que durante la administración del comandante primer jefe, Julio Enrique Dougherty, se realizó la construcción de la nueva Escuela Técnica de Bomberos Municipales de Guatemala, ubicada dentro de las instalaciones del complejo, ubicada en la zona 12 de Guatemala, inmediaciones del trébol; dentro de la misma se realizó el presente trabajo de graduación. El número de teléfono utilizado para recibir las emergencias es el 123.

Figura 2. **Ubicación de la Secretaría de Bomberos Municipales de Guatemala**



Fuente: Bomberos Municipales, Boulevard Liberación, Guatemala.

<https://www.google.com.gt/maps/place/Bomberos+Municipales/@14.6111966,-90.53546,16z/data=!4m2!3m1!1s0x8589a17871fb79d3:0x845681f61e0f8588>. Consulta: 9 de febrero de 2016.

1.1.1. Misión

Brindar un servicio de ayuda de forma gratuita a la población guatemalteca, en caso de accidentes, desastres, ya sean causados por la naturaleza o por acciones humanas, sin distinción de credo, raza o clase social, con el único fin de preservar la vida humana, poniendo para ello a disposición recurso humano y tecnológico.¹

1.1.2. Visión

Continuar siendo una institución sólida y confiable, con el personal altamente capacitado en búsqueda y rescate, combate de incendios y atención pre hospitalaria, sobre la base de los avances de la ciencia, capacidad humana y la tecnología.²

1.1.3. Valores

Guiados por la trilogía de valores de su fundación, el Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales de Guatemala, sustenta sus bases en la disciplina, el honor y la abnegación de mujeres y hombres que integran sus filas, todos ellos con un sol ideal: el servicio sin descanso ante una vida que salvar, especialmente la de aquellos ciudadanos más expuestos a sufrir una calamidad o desastre.³

1.1.4. Historia

Desde su fundación el Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales ha tenido como objetivo la asistencia a las necesidades de la población guatemalteca, en los párrafos siguientes se detalla toda la historia de la institución para ser lo que hoy en día es.

¹ Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales.

² *Ibíd.*

³ *Ibíd.*

1.1.4.1. Fundación

El Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales fue fundado en 1956, cuando el ingeniero Julio Enrique Obiols Gómez, fungía como alcalde de la ciudad de Guatemala (q. e. p. d.), conociendo las necesidades de la población se tomó la decisión de crear una institución que pueda brindar a la comunidad un servicio digno y gratuito que hoy se encuentra reconocido como una de las instituciones más queridas y respetadas por la sociedad guatemalteca.

Se nombró como jefe al señor Ricardo Robles, quien en esa época fungía como jefe del Departamento de Limpieza Municipal, teniendo que compartir desde ese momento el edificio con la nueva dependencia de la Municipalidad de Guatemala.

Los primeros integrantes del Cuerpo de Bomberos Municipales de Guatemala fueron los integrantes del Club Social y Deportivo Municipal, de la liga mayor de fútbol de Guatemala.

Figura 3. **Bomberos Municipales en el terremoto de 1976**



Fuente: <http://noticiasdebomberosgua.blogspot.com/2015/02/se-cumplen-hoy-39-anos-del-terremoto-de.html>. Consulta: 9 de febrero de 2016.

1.1.4.2. Sus primeras máquinas

A manera de apoyo, la Municipalidad de Guatemala donó en ese entonces Departamento de Bomberos dos regadoras de calle, la R-1 y la R-2 marca Dodge y una bomba estacionaria de color rojo, identificada como B-1, esta bomba funcionaba al hacersele girar una manivela; también mangueras de succión, varias mangueras de fabricación inglesa, casacas, pantalones y cascos de color negro, así también cascos tipo minero de aluminio con los que se realizaban las diferentes actividades de rescate.

Como dato curioso se menciona que en ese entonces laboraba en los talleres municipales el señor Ernesto Sologastoga Porrás, quien con su ingenio modificó la regadora R-2, convirtiéndola en la unidad B-2, la cual pintó de color rojo y agregó unos cajones a los lados, en los cuales se podían realizar los diferentes tendidos de mangueras.

El grupo de futbolistas, que ahora laboraban, también como bomberos se encontraron con el problema de la distribución de su tiempo, en el cual no podían estar en servicio en sus horas de entrenamiento futbolístico. Esto hizo que don Ricardo Robles formara dos grupos los cuales trabajarían 24 horas en servicio como bomberos y descansarían 24. Desde ese entonces, en los Bomberos Municipales de Guatemala se maneja esta forma de turnar y da origen a lo actualmente se conoce como turno “A” y turno “B”, respectivamente.

Desde esa época, hasta la actualidad, el Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales ha venido capacitando a su personal en las diferentes ramas del servicio de emergencias, por ello en la actualidad cuenta con personal capacitado en técnicas de rescate, técnicos en urgencias médicas (que tiene su escuela especializada en el complejo de escuela técnica), primeros respondedores a incidentes con materiales peligrosos, asistentes en primeros auxilios avanzados, hombres rana entre otros.

A lo largo de más de 50 años al servicio continuo a la población guatemalteca, se ha incrementado la cobertura en la ciudad capital; ya que actualmente cuenta con once estaciones permanentes y una doceava en proceso de construcción, integradas por personal permanente y personal *ad-honorem* que cubren el servicio las 24 horas del día.

1.1.5. Equipamiento actual

El Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales, aparte de contar con una fuerza de tarea de bomberos altamente capacitados, cuenta con equipo y material para brindar el servicio pre hospitalario, de extinción de incendios, rescate, rescate vehicular. Así también, equipo de protección personal para los elementos de servicio.

A continuación se presenta la información más detallada sobre el equipo con el que se cuenta dentro de esta institución:

Tabla I. **Equipo para atención prehospitalaria**

Para evaluación de pacientes	<ul style="list-style-type: none"> • Desfibriladores externos automáticos • Glucómetros • Esfigmomanómetros • Estetoscopios.
Para la atención del paciente	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos completos de oxigenoterapia. • Equipos de inmovilización • Equipos y soluciones para tratamiento intravenoso
Para el traslado de pacientes	<ul style="list-style-type: none"> • Camillas rodantes • Camillas telescópicas • Tablas marinas

Fuente: Equipo para atención prehospitalaria. <http://cbm.muniguate.com/equipamiento.php>.

Consulta: 9 de febrero de 2016.

- Equipo para control de incendios
 - Extintores de PQS,CO2 y de agua a presión de aire
 - Pistolas para extinción de incendios por impulso de agua (IFEX)
 - Sistemas de aplicación de espuma
 - Equipo misceláneo

- Equipo para rescate
 - Cuerdas kernmantle para rescates
 - Parihuelas (camillas tipo canasta)

- Arnesees
- Mosquetones tipo D y 8
- Sistemas de poleas
- Sistemas de anclajes
- *Ascenders* (equipo para ascender por cuerdas)
- Equipo misceláneo para rescates

- Equipo para rescate vehicular
 - Quijadas de la vida hidráulicas
 - Quijadas de la vida hidráulicas de sistema manual
 - Bolsas neumáticas
 - Equipos RC-10 (*porta-power*)

- Equipos de iluminación
 - Lámparas MAGlite en todos los vehículos
 - Torres de iluminación
 - Generadores de energía eléctrica

- Equipos rodantes
 - Ambulancias
 - Camión de comando y logística
 - Camiones autoescala con capacidad de extinción de incendios
 - Camiones contra incendio
 - Motocicletas de respuesta inmediata
 - *Pickups* doble cabina y doble tracción para rescates

- Unidades PER para la patrulla especial de rescate con autosuficiencia de 7 días.
 - Hospital móvil.
 - Vehículos para transporte de personal.
 - Vehículos SEGWAY.
 - Camión MATPEL, para control de materiales peligrosos.
 - Camiones BREC, para rescate en estructuras colapsadas.
- Equipo de protección personal para los elementos de servicio
 - Equipos de protección térmica
 - Cascos de bombero
 - Autocontenidos y un laboratorio de llenado
 - Alarmas de pánico y de hombre caído
 - Mascaras de filtro mecánico y químico
 - Trajes de apicultura
 - Guates de látex, mascarillas y lentes

1.1.6. Estaciones dentro de la ciudad

Conforme el tiempo, la ciudad de Guatemala ha ido expandiéndose territorial y poblacionalmente, como el Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales busca brindar un mejor servicio a la población de la ciudad de Guatemala, se ve en la necesidad de incrementar el número de estaciones dentro del perímetro de la ciudad, esto se hace con el afán de cubrir la necesidad de responder a todo tipo de emergencias.

Actualmente se cuentan con 11 estaciones fijas y una provisional, así también incluyendo a la estación cero, que es un homenaje a los bomberos fallecidos.

A continuación se describe una breve historia de cada estación así como también su ubicación.

- Estación cero: es en principio un monumento al bombero, y en el 2007 se funda como estación cero en memoria de los bomberos fallecidos, ya sea en el cumplimiento de su deber o por muerte natural. Actualmente se encuentra ubicada dentro del complejo de la nueva escuela técnica.
- Estación central: ubicada en sus inicios, en el que fuera el Departamento de Limpieza, pero durante el periodo del exalcalde Francisco Montenegro Sierra, se le otorgó un espacio propio en la 3ª avenida 1-45 de la zona 2 capitalina. En dicha estación funcionaban las oficinas administrativas hasta que fueran trasladadas al edificio del Centro de Coordinación de Emergencias (CCI), dentro del complejo de la nueva escuela técnica.
- Segunda estación: el 25 de abril de 1970 fue trasladada a su actual ubicación en el Boulevard Liberación y 12 ave., cabe mencionar que en el complejo donde se encuentra ubicada, también se encuentra el Centro de Coordinación de Emergencias y la escuela técnica.

Figura 4. **Estación dos**



Fuente: estación dos, Boulevard Liberación y 12 avenida, zona 12, Guatemala.

- Tercera estación: fundada el 8 de octubre de 1965, en la 26 calle y 14 ave., de la zona 5, se instaló en un predio que otorgó el Banco Crédito Hipotecario Nacional, se remodeló el 9 de junio de 2009.
- Cuarta estación: fundada el 1 de julio de 1967, en la 12 ave., y 6^a calle de la zona 19, colonia La Florida, se instaló en un terreno que pertenecía a la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Quinta estación: esta empezó a realizar sus funciones en la ruta 7, 6-86 de la zona 4, casi en forma paralela a las anteriores, por lo que, inicialmente se le llamó sexta estación. Se fundó finalmente en la zona 4 el 19 de diciembre de 1969.

- Sexta estación: se fundó el 14 de abril de 1989, en un terreno que fue cedido por el Banvi, en la 6ª ave., y 22 calle de la zona 12, colonia Villa Lobos I.
- Séptima estación: fundada el 8 de mayo de 1991, en la avenida Petapa y 53 calle de la zona 12, su construcción fue gracias al apoyo de las empresas ubicadas en las cercanías.
- Octava estación: su fundación fue el 27 de junio de 1992, en un terreno ubicado en el kilómetro 5,5 carretera al Atlántico zona 17, junto al cuartel militar Mariscal Zavala.
- Novena estación: fundada el 28 de mayo de 1993, en el Boulevard Los Próceres y 17 ave., de la zona 10.
- Décima estación: fundada en 2013 y se encuentra dentro las instalaciones de la Central de Mayoreo (Cenma) zona 12.
- Onceava estación: se encuentra ubicada en el km 8,5, interior de Centra Norte.
- Doceava estación: aún en estado provisional se encuentra en el Boulevard Rafael Landívar, zona 15.
- Centro de Coordinación de Emergencias: ubicado en el Boulevard Liberación 11-20 zona 12, y las nuevas instalaciones se inauguraron el 24 de febrero de 2000.

- Escuela Técnica: se encuentra dentro del complejo de secretaría en la zona 12, fue inaugurada en el 2012.

1.1.7. Capacitaciones

Con el objetivo de promover en los ciudadanos la cultura de seguridad, realiza capacitaciones a instituciones públicas y privadas, consideran las siguientes:

- Proyectos con las comunidades para la reducción de desastres.
- Creación de brigadas industriales (formadas por empleados).
- Capacitaciones infantiles, por medio del programa de viernes cívicos.
- Escuela Técnica, cuya función principal es capacitar a la población guatemalteca para formarse como bombero municipal.
- Técnicos en urgencias médicas.
- Plan Belén, cuyo objetivo es reducir los accidentes causados por el mal manejo de artefactos pirotécnicos.

1.2. Planteamiento del problema

Los camiones Ford F-550 contra incendio, al igual que las demás unidades con las que cuenta el Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales, no tienen un plan de mantenimiento preventivo. Lo más cercano a esto sería que aproximadamente cada 5 000 kilómetros se reportan las unidades para un servicio de motor, comúnmente llamado servicio menor en el cual se cambia el aceite y filtro de motor, filtro de aire y revisiones del sistema de frenos. En algunos casos se recurre al mantenimiento correctivo, ya que, como es de esperarse, las unidades sufren de averías y estas se resuelven hasta que se presentan.

1.2.1. Antecedentes

Como se mencionaba anteriormente, los camiones contra incendio no cuentan con un mantenimiento preventivo. Cada día los bomberos revisan las unidades con una hoja de rutinas, para buscar faltantes en el equipo, mas no plantea actividades de mantenimiento.

La falta de un plan de mantenimiento ha implicado que se den los siguientes problemas:

- Vida útil menor de la esperada de las unidades
- Reparaciones costosas
- Equipos que no brindan la eficiencia que deberían de tener

Por lo tanto, la aplicación de mantenimiento preventivo implica que se dé lo siguiente:

- Unidades fuera de servicio
- La disponibilidad del servicio que brindan las unidades no es el esperado
- Largo tiempo de espera de reparaciones

1.2.2. Justificación

Los camiones Ford F-550 contra incendio del Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo. El diseño de este se realizará para que las autoridades tomen la decisión de implementarlo y así disminuir fallas y costos de reparación, así como aumentar la vida útil de las unidades. Teniendo un plan de mantenimiento preventivo se garantizará el buen uso de las unidades y la disponibilidad de las mismas, lo

que conlleva brindarle un mejor servicio a la población de la ciudad de Guatemala.

1.2.3. Formulación y delimitación del problema

El objetivo del proyecto de diseñar el plan de mantenimiento preventivo para los camiones contra incendio, es justificar porque no se cuenta con ningún plan estructurado dentro del Cuerpo de Bomberos Municipales.

La delimitación está restringida por el tiempo disponible para la realización del proyecto, así como el espacio físico del mismo.

Cabe mencionar que el plan de mantenimiento preventivo se delimita exclusivamente a los siete camiones Ford F-550 contra incendio.

1.2.4. Alcances

Las prácticas de mantenimiento que dicta el plan de mantenimiento preventivo vienen limitadas a la disponibilidad del equipo, se aprovechará cuando el camión de bomberos esté en espera de alguna emergencia, pero si ocurriera alguna se suspenderán las actividades de mantenimiento.

Una de las limitaciones es la compra de diferentes repuestos, prácticamente el abastecimiento de insumos para la realización del mantenimiento.

1.3. Marco teórico

A continuación se tratan conceptos necesarios para poder comprender ciertos aspectos necesarios para la realización de un plan de mantenimiento preventivo, en éste caso enfocado a camiones contra incendio.

1.3.1. Mantenimiento

Es toda aquella actividad humana que va orientada a la preservación y conservación de un servicio, cabe destacar que hablando en términos de la ingeniería mecánica, el servicio lo estaría prestando algún tipo de maquinaria; tomando en cuenta esto se orienta a conservar la máquina para mantener el servicio que esta presta.

La definición más simple seria se refiere a la serie de trabajos que se ejecutan a un equipo con el fin de conservarlo y dé el servicio para lo que fue diseñado.

El personal de mantenimiento es uno de los pilares donde se centra la calidad del mantenimiento, ya que a pesar de la tecnología actual se necesita el factor humano para realizar las tareas del mantenimiento.

Desde el punto de vista del costo del mantenimiento se debe de considerar el costo total del servicio, el cual resulta de los siguientes aspectos:

- Costo inicial del equipo considerando la depreciación
- Costo del mantenimiento considerando que este con el tiempo aumenta.
- Costo de falta de servicio

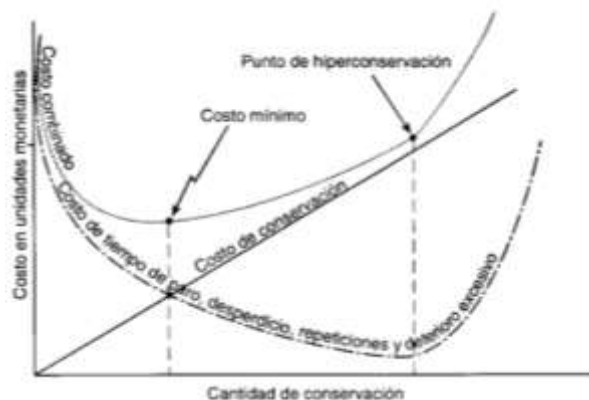
La figura 5 muestra el análisis del costo del mantenimiento, el cual consta de varios aspectos, poniendo como ejemplo la curva de una máquina X.

Se puede observar que al inicio se tiene un costo elevado, por ser la inversión monetaria que se realizó para la compra de la misma, siendo el costo de mantenimiento muy pequeño.

Luego, el valor del equipo decrece rápidamente y esto va dando lugar a que los costos de mantenimiento, que al principio eran bajos, suban según transcurre el tiempo, cabe destacar que dentro de un área la curva de costo total llega a una parte mínima conforme al tiempo, siendo este el objetivo de un mantenimiento eficiente.

A medida que aumenta el tiempo se puede observar que el costo de mantenimiento puede llegar a sobrepasar el costo inicial, lo cual implicaría un sobre mantenimiento, lo recomendable sería la sustitución de la maquinaria.

Figura 5. **Grafica costo versus tiempo**



Fuente: DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. *La productividad en el mantenimiento industrial*.

p. 132.

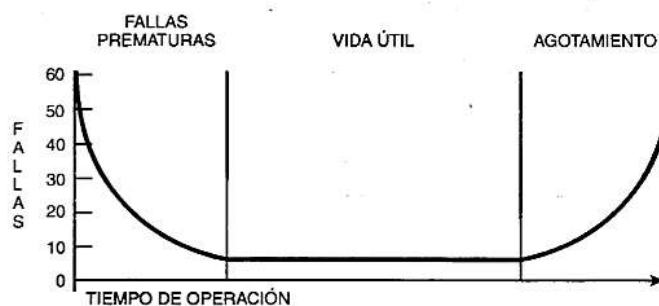
La figura 7 se conoce como la “curva de la bañera”, en ella se observan datos para verificar el tiempo de vida útil e indica cuándo se están dando las fallas prematuras y agotamiento. Cabe destacar que se construye tomando un registro de fallas.

Figura 6. **Registro de fallas (hipotético)**

REGISTRO DE FALLAS DE LA MAQUINA M-501		
Fallas durante el tiempo de uso		
Vida temprana	Vida útil	Región del agotamiento
54	Durante cierto número de años, la tasa de fallas permanece con un promedio bajo para la misma calidad y cantidad de labores de operación y conservación. Para nuestra hipótesis, fluctúa de 4 a 6 fallas al mes.	5
34		6
20		4
12		5
6		8
5		12
4		16
5		20
4		24
4		30
5		36
4		44

Fuente: DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. *La productividad en el mantenimiento industrial*. p. 143.

Figura 7. **Curva de la bañera**



Fuente: DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. *La productividad en el mantenimiento industrial*. p. 143.

1.3.1.1. Eficiencia del mantenimiento

Para cuantificar la eficiencia del mantenimiento debemos de tener los siguientes conceptos claros:

- Desde el punto de vista de operaciones, el mantenimiento es eficiente si este impide las averías.
- Desde el punto de vista del control de mano de obra, es eficaz si el personal de mantenimiento trabaja todo el tiempo bajo un nivel normalizado de esfuerzo.
- Desde el punto de vista del costo, la eficiencia se mide si el Departamento de Mantenimiento cumple las metas dentro del rango presupuestal.
- Desde el punto de vista de la seguridad, el mantenimiento será eficiente si las tareas que este requiere no producen lesiones al personal de mantenimiento.

1.3.1.2. Mantenimiento preventivo

Puede definirse como la conservación planeada, tomando como indicador el estado de las máquinas e instalaciones, esto para poder programarse en los momentos más oportunos para no producir interrupciones del servicio que se presta.

Finalidades del mantenimiento preventivo:

- Reducir al mínimo las interrupciones por averías
- Evitar una depreciación excesiva

Si el mantenimiento preventivo es debidamente dirigido es una herramienta para la reducción de costos, que ahorra a las empresas recursos en conservación y operación.

1.3.1.3. Plan de mantenimiento preventivo

Se define como la acción de mantener en buen estado el equipo, se realiza a través de las visitas, revisiones, lubricación periódica y limpieza.

1.3.1.3.1. Visitas

Estas consisten en verificar e inspeccionar la realización periódica en las instalaciones o máquinas para comprobar su estado, seguir un control de las anomalías que aparezcan para combatirlas antes de que lleguen a convertirse en averías. Para que las visitas se cataloguen como tales deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Verificar las inspecciones en el lugar de trabajo, comprobando si el equipo trabaja en condiciones de uso y rendimiento óptimo.
- Ser lo suficientemente rápidas, si es necesario detener el equipo el menor tiempo posible.
- No desarmar mecanismos complejos, sin embargo, se pueden hacer ciertos desmontajes para una mejor inspección.
- Realizar pequeños ajustes y reparaciones que sean necesarias siempre que no excedan el tiempo establecido.

La puesta en marcha de las visitas se realiza con una serie de acciones sucesivas, sin embargo, no es necesario que termine una visita para empezar la otra.

La carga de trabajo que exista, la organización y los métodos de trabajo de las visitas deben ser previamente evaluados con el objetivo de:

- Que el tiempo de ejecución sea el más bajo posible.
- Racionalizar las tareas dentro de las visitas.
- Formar o instruir al personal que lleva a cabo las tareas de mantenimiento.
- Determinar el equipo necesario para la realización de la visita como herramientas, aparatos de medición, entre otros.

La responsabilidad que el personal que realiza la visita es muy grande, ya que debe de poseer sólidos conocimientos técnicos para ser capaz de localizar las posibles causas de averías; además de enfocar la resolución de las mismas, no solo con el enfoque técnico, sino también el económico.

A manera de facilitar las acciones que se deben realizar dentro de las visitas, se crea el término “VOSO” que consiste en cuatro acciones:

- Ver
- Oír
- Sentir
- Oler

1.3.1.3.2. Revisiones

Se definen como intervenciones que se realizan sobre instalaciones o máquinas, con el objetivo de detectar o confirmar las anomalías registradas en la visita previa, reparándolas para dejar el equipo en condiciones correctas en su funcionamiento y para evitar la aparición de averías futuras.

Para considerarse una revisión se debe realizar lo siguiente:

- Desmontar partes pequeñas de ciertas máquinas e instalaciones, cuando por información de la visita previa se tiene la posibilidad de existencia de alguna anomalía.
- Reparar las anomalías reportadas en las visitas y otras que puedan observarse dentro de la misma revisión.
- Sustituir o reemplazar piezas que estén sujetas a un desgaste rápido de acuerdo con un plan establecido con anterioridad.

Es importante que las revisiones se hagan en el lugar de la maquina o equipo, pero si la dificultad de reparación requiere que se traslade a un taller de servicio, se debe negociar en qué tiempo se realice para no perjudicar el servicio.

Para facilitar el desarrollo de las revisiones es conveniente prepararlas previamente para analizar las secuencias de montaje y desmontaje; para proveer al personal de mantenimiento de la herramienta necesaria.

1.3.1.3.3. Lubricación periódica

Por su importancia es una de las actividades de mayor prioridad en el mantenimiento preventivo. La vida útil del equipo depende en gran parte de la de la correcta lubricación, la mayoría de las averías ocurren como consecuencia de una lubricación defectuosa.

Para la planificación de una correcta lubricación periódica se toma en cuenta las indicaciones del fabricante, en cuanto a localización de los puntos que requieran lubricante, periodicidad de aplicación, cambio y limpieza, tipo de

lubricante, entre otras. Tomando en cuenta las condiciones de trabajo se procede a la normalización de los lubricantes.

Tener la disponibilidad de los aceites y grasas recomendados por el fabricante conllevaría a tener una existencia muy grande y variada, lo cual aumentaría los costos de mantenimiento. Para proceder a la normalización de los lubricantes requeridos se tabulan sus propiedades más importantes tales como:

- Características: densidad, viscosidad, índice de goteo, entre otros
- Denominación comercial
- Indicaciones de uso
- Contra indicaciones

Teniendo estos datos se realiza una comparación de los lubricantes que posean las propiedades necesarias y que se acoplen al presupuesto de mantenimiento, y a las condiciones en las cuales trabaja el equipo.

Al tener seleccionado el lubricante a utilizar se procede a elaborar las fichas de lubricación; las cuales deben constar de:

- Croquis de la máquina o instalación, que identifique el nivel de lubricante y el punto a colocar.
- Información de la frecuencia de aplicación en cada punto, tipo de lubricante a utilizar, limpieza de depósitos y renovación, entre otros. La simbología a utilizar es la siguiente.

Tabla II. **Simbología de lubricación periódica**

Frecuencia de lubricación	Símbolo
Diaria	▲
Semana	■
Mensual	●

Fuente: elaboración propia.

Si las frecuencias son múltiplos de los periodos mencionados, escribir al lado izquierdo la cifra correspondiente:

Tabla III. **Ejemplo de simbología de lubricación periódica**

Símbolo	Frecuencia de lubricación
6●	Cada 6 meses

Fuente: elaboración propia.

1.3.1.3.4. Limpieza

Son acciones que incluyen actividades de limpieza, conservación, señalización, y prevención contra la corrosión.

La limpieza de máquinas incluye la limpieza externa o superficial que realiza el operario al final de la jornada, cabe destacar que el piloto que es asignado al camión contra incendios Ford F-550, antes de entregar la unidad al otro turno realiza lavado y limpieza del interior. La limpieza de superficies de

deslizamiento y lugares de difícil acceso lo debe hacer el personal de mantenimiento.

1.3.1.4. Mantenimiento correctivo

Se define como el mantenimiento que se realiza cuando la avería ya ha ocurrido, por lo que es necesaria repararla.

Tiene dos funciones plenamente definidas:

- Corregir las averías sistemáticas que se presenten en las máquinas o instalaciones, llegando incluso al cambio de material o de diseño con el objetivo de eliminarlas, o por lo menos alejar en la línea del tiempo su aparición.
- Reacondicionar las máquinas o instalaciones que, por su uso y condiciones, ya se encuentran en condiciones que hacen difícil conseguir una marcha correcta o mantener la calidad del servicio que se necesita.

1.3.2. Química del fuego

Para el ser humano, el fuego ha llegado a ser tan importante como el agua, a pesar de que se tienen conocimientos de su comportamiento, aún no se puede controlar perfectamente, si se pierde el control del mismo puede causar daños irreparables de vida, propiedades, bienes y al ambiente.

Para iniciar el estudio sobre la química del fuego, primero se debe definir; es un proceso de combustión caracterizado por una reacción química de oxidación (desde el punto de vista del combustible) de una intensidad elevada, suficiente para emitir luz y calor, y en muchos casos llegar a la llama. Cabe

mencionar que para que pueda existir el fuego se necesita de tres factores vitales como son calor, combustible, oxígeno y una reacción química.

1.3.2.1. Combustible

También llamado agente reductor, es un material que puede ser oxidado; hablando en la terminología química es un agente reductor, los combustibles pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos; sólidos como la madera, líquidos como la gasolina, y gaseosos como el propano.

1.3.2.2. Comburente

Llamado también agente oxidante, es un agente que puede oxidar a un combustible y al hacerlo esto se reduce a sí mismo. Desde el punto de vista del incendio, el oxígeno en el aire es el comburente principal, pues, en casi exclusivamente todos los siniestros, el aire es el agente que alimenta al fuego.

1.3.2.3. Temperatura de ignición

Esta propiedad es la mínima temperatura a que una sustancia (sólida o líquida) debe de ser calentada para iniciar y mantener el proceso de combustión.

1.3.3. Componentes básicos de la combustión

El modelo para explicar el fenómeno del fuego es el triángulo del fuego, propuesto para explicar los mecanismos de acción sobre el fuego de los distintos elementos extintores. Una nueva teoría surge al añadir un cuarto

componente a al triángulo de fuego, esto es la reacción química en cadena, dando lugar al tetraedro del fuego.

El fuego se extingue si se destruye alguna parte de su triángulo, el calor puede ser eliminado por enfriamiento, el oxígeno por exclusión de aire y el combustible líquido por su remoción o evitando su evaporación.

Figura 8. **Triángulo del fuego**



Fuente: *Capacitaciones y asesorías.*

<http://www.sigicorp.info/seguridadindustrial/cms/Images2/triangulo-fuego.jpg>. Consulta: 14 de febrero de 2016.

La transferencia de calor de un cuerpo a otro se puede dar de las siguientes maneras:

1.3.3.1. Conducción

En esta condición el calor se transmite por contacto directo entre los cuerpos o por medio de un conductor, la cantidad y la velocidad con la que el

calor se transmite varía por la conductividad, el aluminio, cobre y el hierro son buenos conductores.

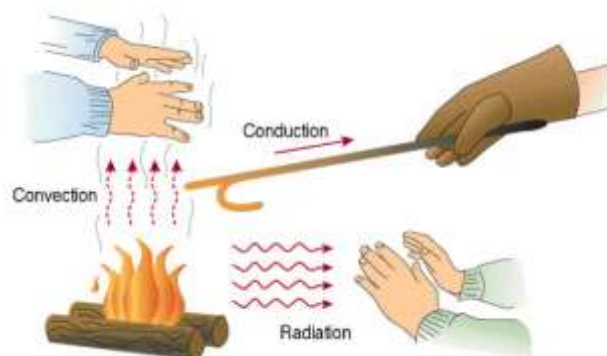
1.3.3.2. Convección

Esta transferencia de calor se da por el movimiento del aire o algún líquido, el aire al calentarse se expande, por ende se eleva y puede llevar el fuego a las partes altas del edificio.

1.3.3.3. Radiación

El calor se puede transferir por medio de ondas en el espacio hasta llegar a algún objeto, la transferencia de calor por medio de radiación más común es la del calor del sol, esto se logra mediante ondas calóricas que viajan en línea recta en todas direcciones desde la fuente, un ejemplo de estos es la acción del calor del sol sobre la superficie de la tierra.

Figura 9. Tipos de transferencia de calor



Fuente: *Radiación, conducción y convección: tres formas de transferencia de calor.*
<http://nergiza.com/wp-content/uploads/transferencia-de-calor.jpg>. Consulta: 14 de febrero de 2016.

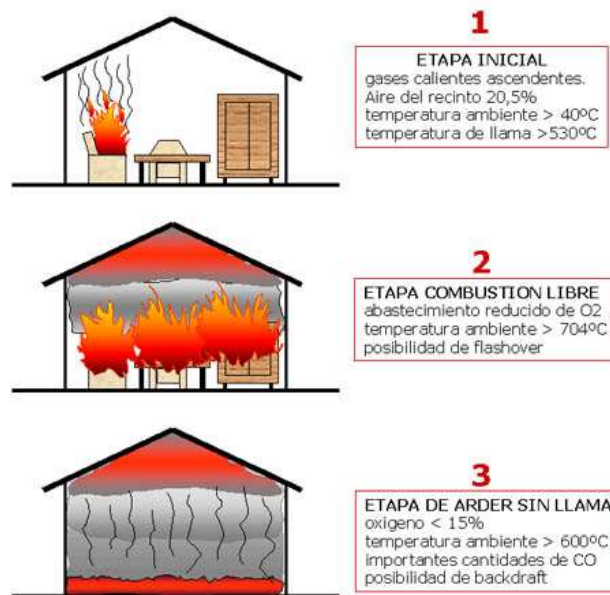
1.3.3.4. Por desplazamiento de objetos incendiados

Existen materiales livianos que se pueden desprender de un incendio y viajar hasta otra parte y provocar otro incendio, cabe mencionar que no es una manera de transferencia de calor, pero si es una forma de propagación del fuego.

1.3.4. Fases de desarrollo de un incendio

Los incendios, generalmente tienen tres fases de desarrollo desde su inicio hasta su fin, las etapas se describen en la figura 10.

Figura 10. Fases de desarrollo de un incendio



Fuente: Servicios de capacitación TOK LTDA. *Manual control y extinción de incendios industriales*. http://www.tok.cl/descargas/curso_emergencia3.pdf.

Consulta: 14 de febrero de 2016.

1.3.5. Clasificación del fuego

En general, los fuegos se clasifican según el material que se está quemando, en las siguientes clases:

- Clase A: sólidos ordinarios, como la madera, tela, papel.
- Clase B: líquidos inflamables, generalmente derivados del petróleo, como la gasolina, keroseno y propano.
- Clase C: involucran materiales electrificados.
- Clase D: clasifica a los metales inflamables como el aluminio, magnesio, titanio, circonio que se encuentra en forma de polvo, astillas o virutas. Como también el sodio y potasio metálicos, si estos llegan a arder desarrollan temperaturas que sobrepasan los 1 000 C°.
- Clase K: fuegos que se generan en presencia de grasas de uso en la cocina, cabe mencionar que existen extintores especiales para esta clase de fuegos.

1.3.6. Extinción de incendios

Cuando se remueve o elimina un elemento del tetraedro del fuego, este se extingue, la esencia del combate de incendio, por parte de los bomberos, radica en este principio y se apoya en los siguientes cuatro métodos:

- Eliminación o reducción del calor por enfriamiento: consiste en aplicar sobre el fuego una sustancia que absorbe el calor que se genera, lo que ocasiona un descenso en la temperatura por debajo de la temperatura de combustión eliminando el lado del calor del tetraedro del fuego, cabe mencionar que es uno de los métodos más utilizados y la sustancia más empleada es el agua por las propiedades que tiene, disponibilidad y costo.

- Eliminación o dilución del oxígeno por sofocación: el procedimiento consiste en utilizar algún agente extintor o acción mecánica que impida que el fuego tenga un abastecimiento de oxígeno, esto elimina al oxígeno del tetraedro del fuego, con una concentración inferior al 15 % de oxígeno el fuego se extinguirá.
- Eliminación del combustible (segregación): este método es efectivo, pero no siempre resulta práctico ni posible, consiste principalmente en remover el material combustible y trasladarlo hacia otro lugar, aislándolo, esto se puede lograr con la aplicación de espuma.
- Inhibición o interrupción de la reacción química en cadena: básicamente se realiza con la aplicación de ciertos productos químicos sobre el fuego (polvos químicos secos y halones) que reaccionan con los productos radicales libres impidiendo la continuidad de la llama, cabe mencionar que estos productos solo impiden la reacción en cadena y los otros tres elementos siguen, por lo que corre peligro de reignición.

Figura 11. **Extintor de PQS (polvo químico seco)**



Fuente: estación dos de Bomberos Municipales de Guatemala.

1.3.7. Camiones contra incendio

Es un medio de transporte terrestre que está destinado a una misión especial, extinguir un incendio. Como se mencionó anteriormente, una de las formas más comunes para extinguir un fuego es hacerlo por enfriamiento, por medio de agua, teniendo este principio funcionan estos camiones, su función es transportar esta agua en un tanque de capacidad variada y brindarle energía hidráulica por medio de una bomba centrífuga para tener el alcance para trasladar al agua a la base del fuego.

Los avances en tecnología han llegado a que los nuevos camiones contra incendio posean características, que en la antigüedad eran inimaginables, la ingeniería mecánica ha contribuido en que se mejoren los siguientes aspectos:

- Bombas centrífugas más eficientes, que alcanzan mayores alturas y presiones.
- Motores más pequeños que entregan una mayor potencia para transportar el peso del agua en sus tanques.
- Sistemas de seguridad avanzados.
- Instrumentación más exacta y de más fidelidad.
- Medidores de flujo y presión más certeros.

Conforme a la experiencia de las diferentes brigadas de bomberos a lo largo del mundo, y sabiendo las situaciones cambiantes del control de incendios se llega a la necesidad de poseer vehículos contra incendio especiales para cada situación, generalmente los factores que se toman en cuenta para clasificarlos son sus aplicaciones y capacidad, los más comunes son los siguientes:

1.3.7.1. Camiones contra incendio de ataque rápido

Generalmente son camiones contra incendio diseñados para ciudades pequeñas y con problemas de tránsito y calles pequeñas, son totalmente funcionales y con espacio para transportar a cinco bomberos con su equipo de acercamiento, poseen bombas centrífugas de 250 hasta 1 000 GPM, y tanques de almacenamiento de agua de 300 a 450 galones.

Figura 12. **Camión contra incendio QUIROGA AR/07**



Fuente: QUIROGA TRUCKS. *Ataque rápido AR/07*. <http://www.quiogatrucks.com/ES/ar07.html>.
Consulta: 15 de febrero de 2016.

1.3.7.2. Camiones contra incendio para ciudades pequeñas

Estos camiones contra incendio poseen una mayor cantidad de compartimientos para el transporte de bomberos, aproximadamente entre 5 y 7 asientos, son de un tamaño mayor que las de ataque rápido y están diseñadas para contralar incendios a nivel de ciudades pequeñas.

La característica de caudal de la bomba centrífuga oscila entre los 750 a 3 000 GPM.

Figura 13. **Camión contra incendio QUIROGA MC/17**



Fuente: QUIROGA TRUCKS. *Motobomba contra incendio MC/17 hi/lo*.
<http://www.quirogatrucks.com/ES/mc17hl.html>. Consulta: 15 de febrero de 2016.

1.3.7.3. Camiones contra incendio aéreo portuarios

Están diseñados para combatir incendios que se pueden llegar a generar en las pistas de aterrizaje de los aeropuertos. Los incendios más comunes que pueden llegar a ocurrir son los causados, principalmente por derrames de combustible líquido.

Características principales de los camiones contra incendio aéreo portuarios:

- Son controlados desde la cabina, lo que evita que el operario tenga contacto con el ambiente exterior.

- Contienen tanques de espuma más grandes que son especiales para el combate de incendios causados por combustible líquido.
- Tracción en las cuatro ruedas.
- Bomba centrífuga de 750 a 1 500 GPM.

Figura 14. **Camión contra incendio aéreo portuario QUIROGA ME/77**



Fuente: *Motobomba aéreo portuaria ME/77*. <http://www.quirogatrucks.com/ES/me77.html>.

Consulta: 15 de febrero de 2016.

1.3.7.4. Camiones contra incendios industriales

Comúnmente usados en grades ciudades y complejos industriales poseen gran capacidad de descarga de agua, entre 750 a 3 000 GPM.

Figura 15. **Camión contra incendio industrial QUIROGA**



Fuente. *Motobomba industrial*. <http://www.quirogatrucks.com/ES/industriales.html>.

Consulta: 15 de febrero de 2016.

1.3.8. Camiones F-550 contra incendio

Camiones contra incendios diseñados específicamente para ciudades con tráfico denso y calles pequeñas, permiten atender una emergencia más rápidamente que otras de gran tamaño.

1.3.8.1. Características generales

El camión contra incendios F-550 del Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales, forma parte del modelo AR-07, de la empresa QUIROGA TRUCKS S. A. DE CV. ubicada en Río Balsas núm. 1004, Rancho San Jacinto, Salamanca, Guanajuato, México. Siendo una de las primeras empresas latinoamericanas que se dedican a la fabricación de camiones contra incendio, ambulancias y equipo.

Sobre el chasis de un camión Ford F-550 modelo 2012, la empresa QUIROGA TRUCKS S.A. DE CV. monta los equipos necesarios para convertirlo en un camión contra incendio funcional.

Características de chasis Ford F-550:

- Motor diésel de 6,7L V8 Turbo Ford
- 300HP @ 2 8000 rpm/660 lb-ft @ 2 000 rpm de torque
- Tracción automática de 6 velocidades
- Freno de motor
- Frenos delanteros y traseros de disco con ABS
- Capacidad de carga de 5,534 kg
- Longitud total de 6,350 mm
- Rines de acero de 19" x 6,0" / 225/70 R 19,5

Los camiones contra incendio AR-07 poseen un tanque de espuma "*foam*", la cual se utiliza para el combate de incendios que involucran combustibles líquidos como la gasolina.

Posee un tanque con capacidad de 500 galones, un carrete de alta presión de 1", ubicado en la parte trasera, una línea de descarga de agua en cada costado de 2 ½" de diámetro, una línea de succión de 4" al costado izquierdo y de 2 ½" del lado derecho, un monitor de 2 ½" en la parte superior del camión, manómetros, niveles digitales de llenado, luces estroboscopias y sirenas.

Figura 16. **Camión F-550 del Cuerpo de Bomberos Municipales**



Fuente: instalaciones de la estación dos, del CBM.

Los compartimientos situados a los costados sirven para el traslado del equipo misceláneo, como: mangueras, pitones, herramientas de bombero, extractores de humo entre otros.

Figura 17. **Compartimientos**



Fuente: estación dos del CBM.

1.3.8.1.1. Equipo de comunicación

Posee un radio comunicador, el cual está conectado a dos canales simultáneamente, el canal del centro de comunicaciones, por el cual se puede recibir información sobre una emergencia cuando se esté en movimiento, y al canal de radios, por el cual se comunica cada bombero que posea un radio comunicador portátil.

1.3.8.1.2. Estroboscópicas y sirenas

Las luces estroboscópicas son características principales de un camión contra incendio, brindan una señal visual e indica que es un vehículo de emergencia, el camión Ford F-550 contra incendio cuenta con luces estroboscópicas en los cuatro lados; enfrente, detrás y a ambos costados.

Si se cubre una emergencia de noche, las luces estroboscópicas ayudarán a que se distinga el vehículo y así evitar una colisión con el mismo.

Figura 18. **Atención de emergencias en la noche**



Fuente: calzada Atanasio y 46 calle, zona 12, Guatemala.

La función de las sirenas de emergencia es mostrar una señal auditiva para comunicar que se encuentra cerca un vehículo de emergencia, el cual de traslada rápidamente para atender, en este caso un incendio.

1.3.8.2. PTO (punto de toma de fuerza)

La transmisión de potencia mecánica del motor a la bomba centrífuga se da por el PTO, que básicamente es un tren de engranajes conectados directamente al cigüeñal, con relaciones especificadas por los fabricantes y dependiendo de los equipos que serán conectados

Figura 19. **PTO (punto de toma de fuerza)**



Fuente: *Toma de fuerza activa, PTO, (solo motores diésel)*. <http://es.ford.com/commercial-trucks/chassis-cab/trim/f550xl/>. Consulta: 15 de febrero de 2016.

1.3.8.3. Equipamiento hidráulico (bomba centrífuga Darley HM500)

La parte medular de un camión contra incendios es su equipamiento hidráulico, el cual es el encargado de suministrar la potencia hidráulica al agua

para alcanzar las presiones y caudales necesarios para la extinción de incendios.

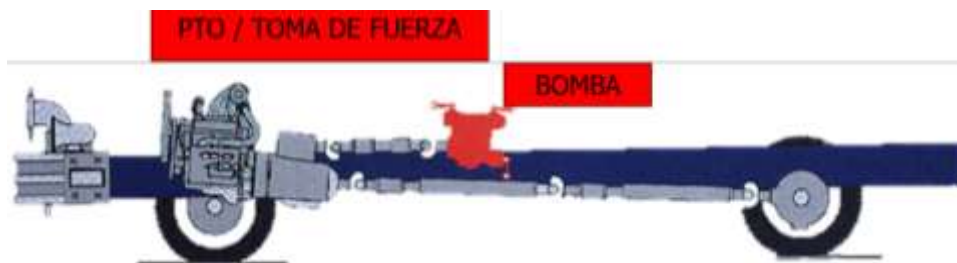
El camión contra incendios Ford F-550 cuenta con una bomba centrífuga marca Darley, modelo HM500 de 500 GPM.

Figura 20. **Bomba centrífuga Darley HM500, de 500 GPM**



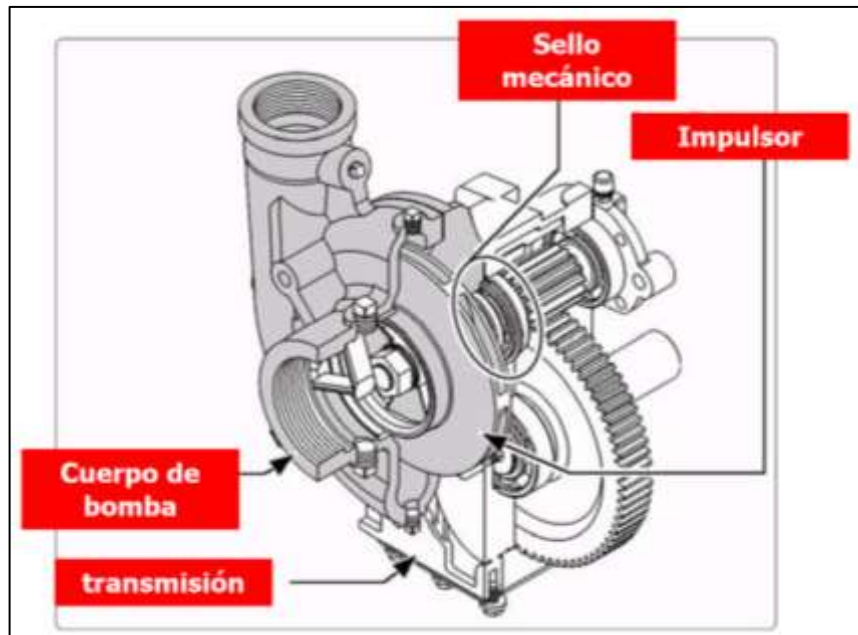
Fuente: compartimiento bomba centrífuga, camión Ford F-550 de Bomberos Municipales.

Figura 21. **Conexión de bomba centrífuga a PTO**



Fuente: QUIROGA TRUCKS. *Manual de operación y funcionamiento de motobomba ataque rápido modelo AR/07*. p. 15. Consulta: 15 de febrero de 2016.

Figura 22. **Instalación típica de la bomba centrífuga**



Fuente: QUIROGA TRUCKS. *Manual de operación y funcionamiento de motobomba ataque rápido modelo AR/07*. p. 17. Consulta: 15 de febrero de 2016.

1.3.8.3.1. Características

La bomba centrífuga Darley HM500, es de un solo paso, toma la potencia de la transmisión, llamada esta como de fuerza como *transmission driven power take-off (PTO)*, o punto de toma de fuerza.

Las características principales que la diferencian de otras bombas centrífugas se centran en la confiabilidad y durabilidad de la misma, las principales son las siguientes:

- Carcasa de bronce y hierro fundido
- Impulsores de diseño especial para eliminar el empuje

- Rodamientos axiales más grandes para extender la vida útil
- Eje de 10 dientes para mayor durabilidad
- Engranajes helicoidales

1.3.8.3.2. Aplicaciones

- Camiones contra incendio pequeños
- Camiones cisterna
- Camiones contra incendio de ataque rápido y forestal

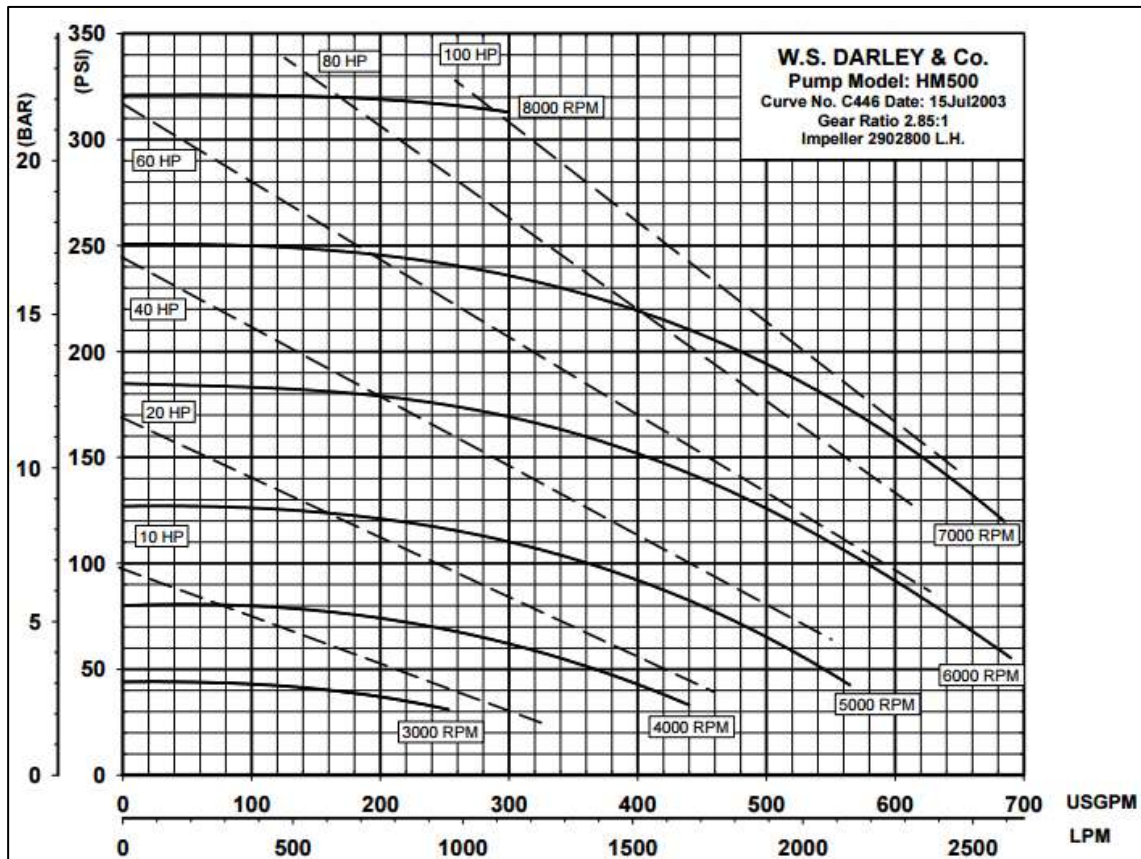
1.3.8.3.3. Rendimiento

- 500 GPM (1,892 l/m) @ 150 psi (10,3 bar)
- 350 GPM (1,324 l/m) @ 200 psi (13,8 bar)
- 250 GPM (946 l/m) @ 250 psi (17,2 bar)

1.3.8.3.4. Curva de rendimiento

En las figuras 23 y 24 se presentan las curvas de rendimientos para la relación de engranes que existe.

Figura 23. Rendimiento para relación de engranes 2.85:1

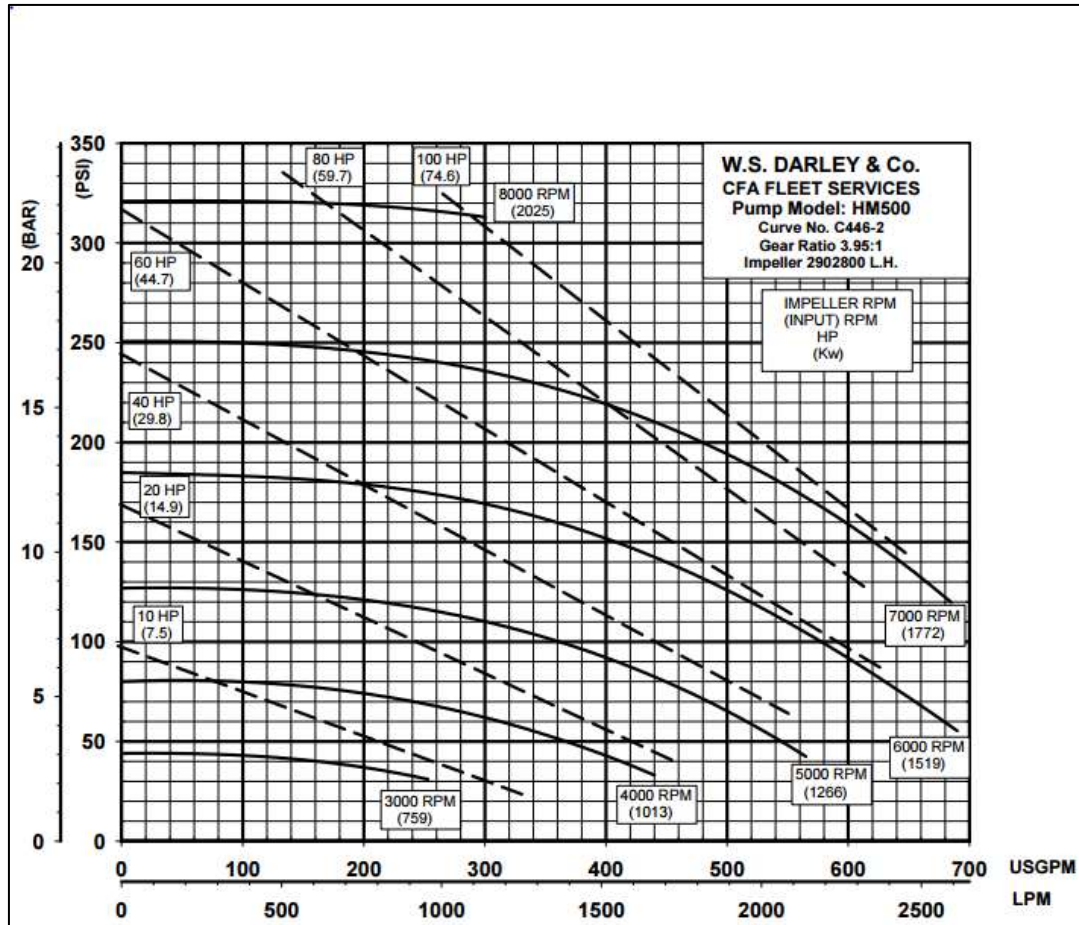


Fuente: Darley performance curves, PTO, HM 250,350, 500.

http://www.darley.com/documents/guides/pumps/performance_curves/HM500-C446.pdf.

Consulta: 15 de febrero de 2016.

Figura 24. Rendimiento para relación de engranes de 3.95:1



Fuente: Darley performance curves, PTO, HM 250,350, 500.

http://www.darley.com/documents/guides/pumps/performance_curves/HM500-C446.pdf.

Consulta: 15 de febrero de 2016.

1.3.8.3.5. Componentes auxiliares del equipo hidráulico

Las conexiones de descarga y succión, el carrete de alta presión y el monitor son considerados componentes auxiliares del equipo hidráulico.

Figura 25. **Conexiones de descarga y succión**



Fuente: instalaciones de estación dos del CBM.

El carrete de alta presión ubicado en la parte trasera del camión contra incendios es de uso común y de un manejo versátil, ya que para usarlo no se necesita la conexión de alguna línea de mangueras, porque el carrete ya la posee. Mide aproximadamente 100 ft de largo y un diámetro de manguera de 1”.

Figura 26. **Carrete de alta presión**



Fuente: instalaciones de estación dos del CBM.

El monitor es una descarga de agua que se sitúa en la parte de arriba de los camiones contra incendio, sirve para combatir incendios que se produzcan en alturas elevadas asimismo, donde se debe de cubrir un área muy grande o que ocurra en lugares de difícil acceso para los bomberos.

Figura 27. **Monitor**



Fuente: instalaciones estación dos del CBM.

1.3.8.4. Equipo misceláneo

Son todas las herramientas, escaleras y demás equipos utilizados por los bomberos en combate de incendios, a continuación se muestra la tabla IV con el equipo misceláneo que se encuentra dentro del camión Ford F-550 contra incendio.

Figura 28. **Compartimientos de equipo misceláneo**



Fuente: instalaciones estación dos del CBM.

Tabla IV. **Equipo misceláneo**

Herramientas	
	<ul style="list-style-type: none">• Hachas de bombero• Patas de cabra• Llaves de bombero• Lámparas• Coplas• Lámparas• Cortafíos• Matafuegos

Continuación de la tabla IV.

Equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de ventilación • Auto contenidos • Motosierras • Quijada de la vida • Extinguidores • Extensiones eléctricas • Cuerdas
Escaleras	<ul style="list-style-type: none"> • Escalera de ganchos • Escalera convencional
Mangueras	<ul style="list-style-type: none"> • Mangueras de descarga de 1 ½" • Mangueras de descarga de 2 ½" • Mangueras de succión de 4"
Equipo auxiliar de mangueras	<ul style="list-style-type: none"> • Reductores • Pitones • Siamesas • Coplas de cambio de rosca • Llaves de paso • Pichacha

Fuente: elaboración propia, con base a visitas e inventario, estación dos CBM

Figura 29. **Siamesas, coplas y herramientas de bombero**



Fuente: instalaciones estación dos del CBM.

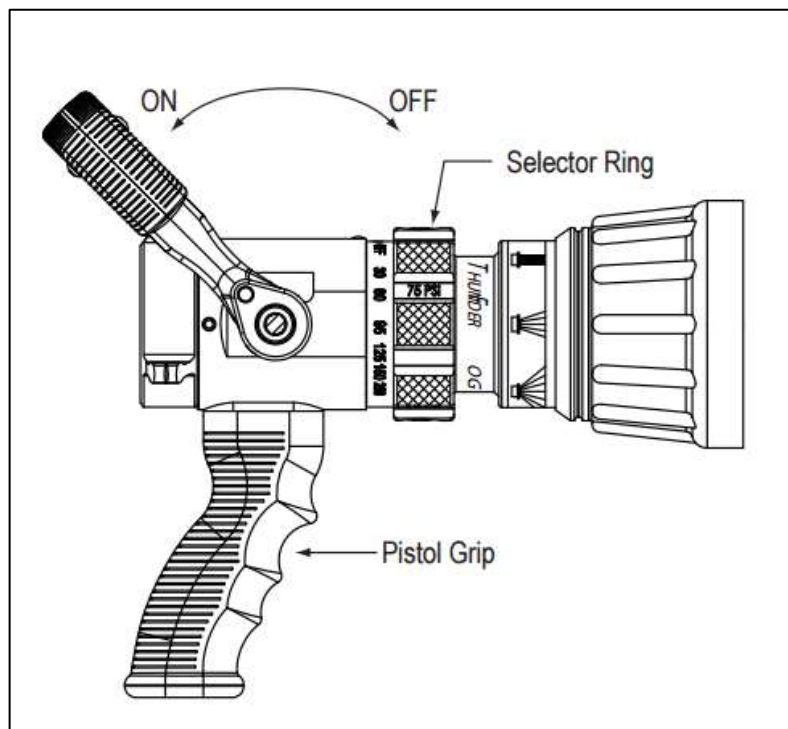
1.3.8.4.1. Pitón QUADRAFOG FQ125LF

Es un pitón para baja presión, su función principal es de regular el caudal de agua que pasa por el mismo y mantiene una presión constante de 75 psi.

Se puede manipular para obtener los siguientes tipos de chorros:

- Neblina
- Cortina
- Directo

Figura 30. Pitón QUADRAFOG FQ125LF

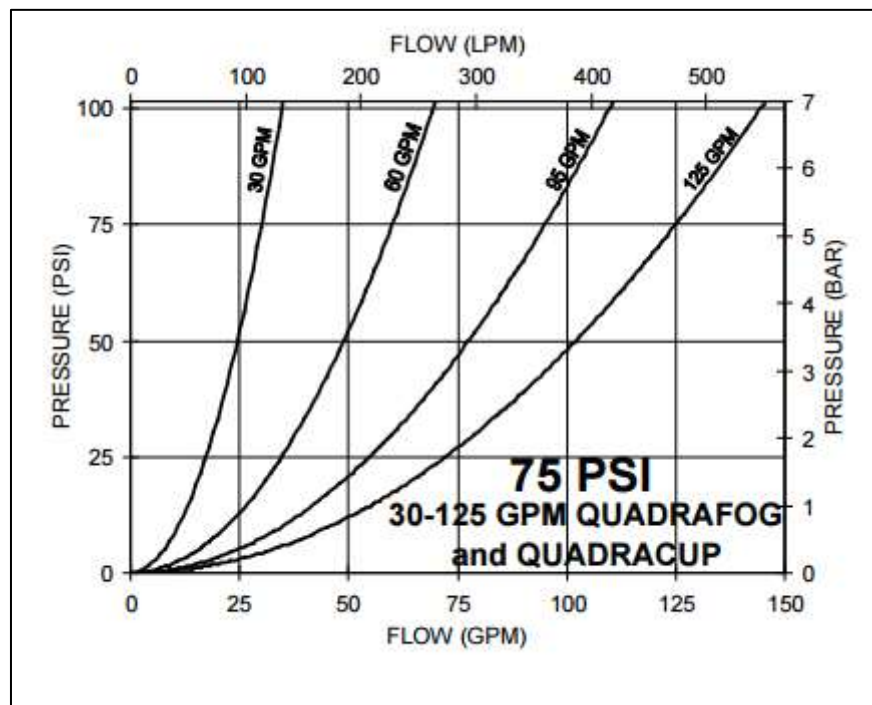


Fuente: THUNDERFOG. *Manual: QuadraFog and QuadraCup*. p. 6. Consulta: 16 de febrero de 2016.

Los parámetros de caudal que manejan son de 30, 60, 95,125 gpm, los cuales se pueden seleccionar al hacer el anillo selector de caudales. Esta selección de caudales en la práctica les sirve a los bomberos para controlar cuánta agua pasa a través del pitón y así adecuarla al tipo y propagación de fuego que se tenga que combatir.

El fabricante brinda las curvas de presión *versus* caudal, de las cuales se puede obtener información útil para el uso y manipulación de los mismos.

Figura 31. **Curvas presión *versus* caudal pitón QUADRAFOG**



Fuente: THUNDERFOG. *Manual: QuadraFog and QuadraCup*. p. 8. Consulta: 16 de febrero de 2016.

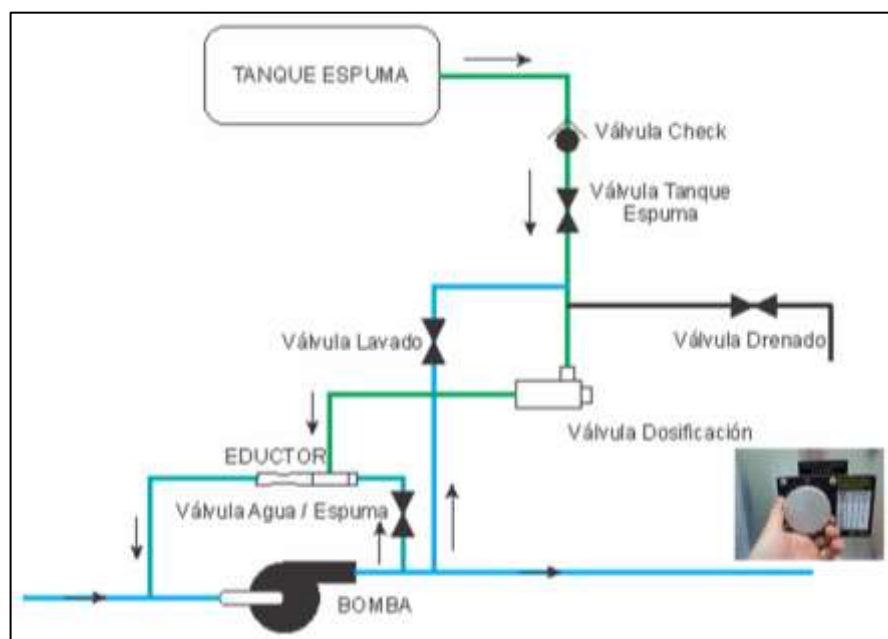
1.3.8.5. Sistema de espuma

Se usa cuando se combaten incendios que involucren un combustible líquido, un incendio provocado por un automóvil volcado puede ser un claro ejemplo del mismo.

La espuma tiene como función crear una capa que aisle el combustible del oxígeno y así, mismo baja la temperatura.

El camión Ford F-550 contra incendio contiene un tanque de espuma que se mezcla con el agua del tanque, cuando sea necesario combatir un incendio con líquidos inflamables.

Figura 32. Diagrama de sistema de espuma



Fuente: QUIROGA TRUCKS. *Manual de operación y funcionamiento de motobomba ataque rápido modelo AR/07*. p. 39. Consulta: 16 de febrero de 2016.

Eductor se le denomina al pitón especial para el uso de la espuma, la característica principal del mismo es su mayor tamaño, así también, su diseño especial para crear turbulencia y provocar un mayor volumen de espuma.

1.3.8.6. Instrumentación

La instrumentación con la que cuentan los camiones contra incendio es variada, consiste en manómetros, vacuómetros, medidores de nivel de agua y espuma (*intelli tank*) y controlador indicador de bomba centrífuga (*pumb boss*).

Figura 33. Panel de instrumentos



Fuente: QUIROGA TRUCKS. *Manual de Operación y funcionamiento de motobomba, Ataque Rápido Modelo AR/07*. p.18. Consulta: 16 de febrero de 2016.

1.3.8.6.1. Manómetros

Es un instrumento utilizado para la medición de la presión que ejerce un fluido, generalmente determina la diferencia de la presión del fluido y la presión local.

En la mecánica, la presión se puede definir como la fuerza que actúa sobre un área que ejerce un líquido o gas perpendicularmente a la superficie.

Los manómetros con los que cuenta el camión Ford F-550 contra incendio en las líneas de descarga son de tipo Bourdon y sus características principales son las siguientes.

- Rango: 0 a 600 psi
- Alcance (span): 600 psi
- Paso: 10 psi

Figura 34. Manómetros de salida 2 y carrete



Fuente: unidad B-45 dentro de instalaciones de estación dos del CBM.

1.3.8.6.2. Medidores de vacío

Los vacuómetros son instrumentos dedicados a la medición de presiones por debajo de la presión atmosférica. Se utilizan las bombas centrífugas para medir la presión de succión que realizan.

El camión Ford F-550 contra incendio cuenta con tres vacuómetros, están localizados en el tablero principal, para brindar una lectura de la presión de succión total, y los otros dos ubicados en cada línea de succión, respectivamente.

Tabla V. **Características de vacuómetros**

De succión principal	<ul style="list-style-type: none">• Rango:0 a 600 psi• Span:600 psi• Paso: 10 psi
De succión derecha	<ul style="list-style-type: none">• Rango:0 a 600 psi• Span:600 psi• Paso:10 psi
De succión izquierda	<ul style="list-style-type: none">• Rango: 0 a 600 psi• Span:600 psi• Paso:10 psi

Fuente: elaboración propia

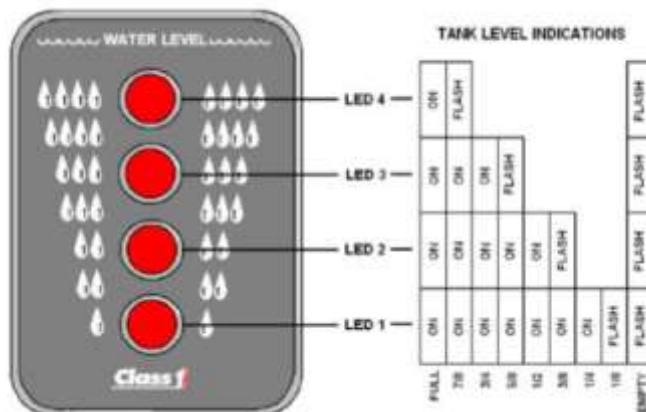
1.3.8.6.3. Medidores de nivel de agua y espuma (*foam*)

Los niveles de agua y espuma (*foam*) deben ser monitoreados constantemente cuando el camión contra incendios esté en uso, esto dará la información necesaria para que el operario solicite un camión cisterna para llenar el tanque de agua, cuando este esté en niveles bajos.

El camión Ford F-550 cuenta con medidores de nivel digitales ciegos, los cuales solo brindan una medición sobre el estado del nivel del fluido, mas no así, un valor exacto en un unidad de medida de volumen.

Estos medidores son de modelo Intelli Tank con transductor de 0 a 5 psi, cuentan con cuatro luces leds indicadores, los cuales cada uno significa ¼ de volumen del total del tanque.

Figura 35. **Medidor de nivel de agua en tanque**



Fuente: *Intelli-Tank, water/foam level display utilizing a 0-5 PSI transducer*. p.3. Consulta: 16 de febrero de 2016.

1.3.8.6.4. **Control indicador de bomba centrífuga (*Pumb boss*)**

El modelo PBA400 está instalado en la parte izquierda del camión F-550, contra incendio. Es un gobernador de presión que contiene un microprocesador que opera en dos medos, presión y revoluciones por minuto; mantiene la presión de descargar de acuerdo a las revoluciones por minuto del motor.

Posee dos sensores de presión que monitorean la presión de entrada y salida de la bomba centrífuga Darley HM500, el sensor de duelo provee una defensa para la cavitación.

En el modo de presión, el control indicador de bomba centrífuga (*pumb boss*), mantiene una presión de descarga constante, el valor de la presión es monitoreada y comparada constantemente con la presión se descarga seleccionada. Cabe destacar que cuando se aumenta la presión de salida las rpm del motor varían drásticamente.

Si se selecciona el modo de rpm, el gobernador mantiene constantes las rpm del motor, la presión de descarga de la bomba centrífuga puede incrementar en unos 30 psi, si la presión de descarga aumenta 30 psi el gobernador de presión disminuye las rpm del motor para reducir la presión de descarga.

Todos los controles e indicadores están localizados en la parte de enfrente del módulo de control.

Figura 36. **Gobernador de presión y monitor de motor, modelo PBA400**



Fuente: QUIROGA TRUCKS. *Manual de operación y funcionamiento de motobomba, ataque rápido AR/07*. p. 28. Consulta: 16 de febrero de 2016.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Plan de mantenimiento general del camión Ford F-550

Para lograr un funcionamiento óptimo del camión Ford F-550 contra incendios se provee de un calendario con información del mantenimiento, el cual se toma con base a los estatutos dictados por el fabricante.

Algunas precauciones para tomar en cuenta al realizar el mantenimiento preventivo brindadas por el fabricante:

- No trabajar con el motor a temperatura alta.
- Asegurarse de que ninguna parte mecánica esté en movimiento.
- No trabar con el motor encendido en lugares con poca ventilación.
- Retirar todas las llamas u otro material incendiado de fuentes de combustible y batería.

2.1.1. Visitas

Se aplicará la técnica VOSO: ver, oír, sentir y oler. Para este caso dicta acciones a realizar previo al arranque de la bomba centrífuga y acciones a realizar en el momento del funcionamiento del camión Ford F-550 contra incendios.

Tabla VI. **VOSO a realizar en el camión Ford F-550 contra incendio**

Ver	<ul style="list-style-type: none"> • Presión de neumáticos. • Líquidos derramados debajo del vehículo. • Niveles de líquidos (se especificará en la sección siguiente de revisiones). • Indicaciones en el tablero al conectar el encendido. • El correcto funcionamiento de sirenas y luces estroboscópicas. • Estado del vehículo realizando una vista de 360° del mismo.
Oír	<ul style="list-style-type: none"> • Sonidos extraños dentro del motor en funcionamiento. • Sonidos extraños al realizar los cambios de velocidades dentro de la caja de cambios. • Sonidos extraños en la suspensión del vehículo y frenos. • Sonidos extraños al embragar la bomba centrífuga.
Sentir	<ul style="list-style-type: none"> • Vibraciones del motor en funcionamiento (deben de ser uniformes y en un nivel bajo sensible al tacto). • Vibraciones en la suspensión. • Vibraciones elevadas al momento de frenar.
Oler	<ul style="list-style-type: none"> • No deben de presentarse olores al momento de frenar. • No deben de presentarse olores al momento de realizar los cambios.

Fuente: elaboración propia.

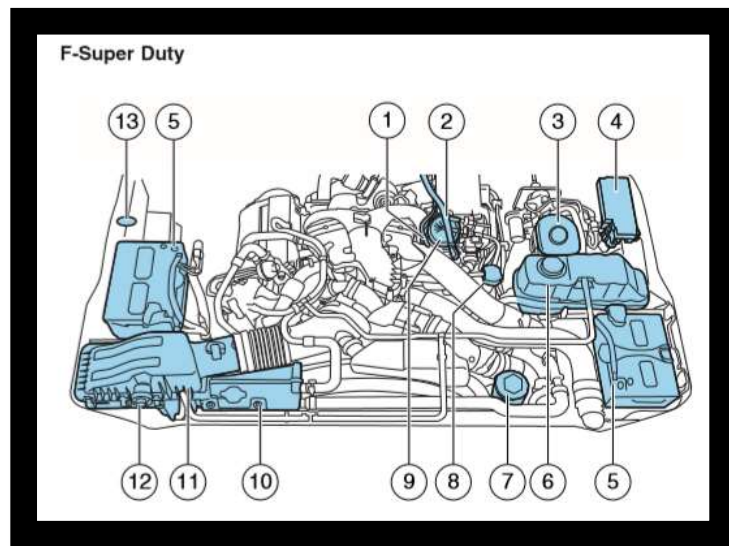
2.1.2. Revisiones

Las revisiones, no solo se basan en la técnica VOSO, sino que en ellas se realizan desmontajes de piezas para su revisión, se cambien partes que lo ameriten y se reemplazan los lubricantes y grasas.

Parte primordial del camión Ford F-550 contra incendio es el motor, cuenta con un motor de 6.7 Lt diésel, súper *duty*, propio de la marca Ford, a

continuación se muestra la figura 37 donde se identifican los principales componentes del motor:

Figura 37. **Motor F-Súper Duty 6.7Lt**



Fuente: Ford Company. 2012 diésel (6.7l) Supplement, 3rd Printig USA.

Tabla VII. **Componentes de motor F-Super Duty 6.7Lt**

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Varilla de revisión de nivel de aceite de motor2. Varilla de revisión de nivel de aceite de caja automática3. Reserva de líquido de frenos4. Caja de distribución de poder5. Batería6. Reserva de refrigerante de motor7. Recipiente de fluido de dirección hidráulica8. Tapadera para verter aceite de motor9. Ensamble de filtro de aceite de motor10. Recipiente secundario de refrigerante de motor11. Filtro de aire12. Cheque de estado de filtro de aire13. Fluido de limpieza de Windshield |
|--|

Fuente: elaboración propia.

Teniendo la información del motor se procede a dictar los intervalos de cambio de fluidos.

Tabla VIII. **Intervalos de cambio de fluidos de motor**

Actividad	Frecuencia
Aceite de motor	Cada seis meses o cada 10,000 mi o 16,000 km, lo que venga primero.
Filtro de combustible	Cada año o cada 22,500 mi o 36,000 km, lo que venga primero.
Refrigerante de motor	Cada tres años o 100,000 mi (36,000 km), lo que venga primero.

Fuente: Ford Company. 2012 diésel (6.7l) Supplement, 3rd Printig USA. p. 74.

El aceite de motor recomendado por Ford para el camión Ford F-550 con motor diésel 6.7lt Power Stroke es el 15W-40.

Tabla IX. **Revisiones**

Actividades	Frecuencia
Chequeo de válvula de filtro de aire. Revisión de filtro de combustible. Apriete de tornillos de ruedas.	Cada mes
Revisión de: <ul style="list-style-type: none"> • Fajas del motor. • Rendimiento de batería. • Sistema de escape. • Luces del camión. • Niveles de fluidos (llenar si es necesario). • Estado de mangueras de sistema de enfriamiento. • Nivel de transmisión automática. • Lubricar partes de la suspensión con grasa. • Inspeccionar partes de la dirección y suspensión. • Revisión de estado de sistema de frenos, cambiar partes sujetas a desgaste. 	Cada seis meses

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Mantenimiento adicional**

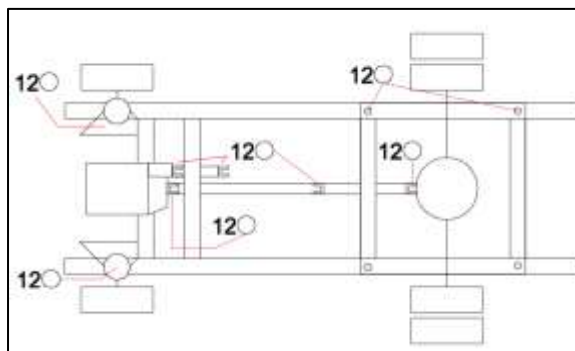
Frecuencia	Actividades
Cada 24 000 km	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar nivel y estado de las mangueras del sistema de refrigeración del motor
Cada 36 000 km	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar cojinetes de ruedas delanteras
Cada 144 000 km	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar fallas de motor
Cada 160 000 km	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar fluido del diferencial.
Cada 240 000 km	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar fluido de caja de transmisión automática y filtro
	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar accesorios de fajas de motor
	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar cojinetes de ruedas delanteras

Fuente: elaboración propia

2.1.3. **Lubricación periódica**


Es vital en todo plan de mantenimiento preventivo, evita el desgaste excesivo de piezas y mantiene la vida útil de la maquinaria dentro del rango que brinda el fabricante.

Figura 38. **Lubricación de bastidor Ford F550**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XI. **Lubricación bastidor Ford F-550**

Simbología	Lugares a lubricar	Frecuencia
	<ul style="list-style-type: none"> • Juntas de dirección. • Juntas de suspensión delantera. • Juntas tipo cruz en transmisión. • Juntas tipo cruz en PTO. • Graseras de hojas de resorte de suspensión trasera. • Juntas en caja de velocidades. • Junta de diferencial. 	Cada doce meses

Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Limpieza

La limpieza que se le realiza al camión F-550 contra incendio es diaria, ya que por rutina los bomberos pilotos al momento de entregar las unidades al siguiente turno deben de entregarlas lavadas.

Aspectos a mejorar en el lavado y limpieza de unidades:

- Utilizar jabones especiales que no dañen la pintura
- El lavado después de un incendio deberá ser minucioso

2.2. Plan de mantenimiento preventivo de sistema contra incendio

El plan de mantenimiento preventivo de sistema contra incendio incluye, como elemento principal, la bomba centrífuga Darley HM500, así como tuberías y válvulas de la misma.

2.2.1. Visitas

Se aplicará la técnica VOSO: ver, oír, sentir y oler. Para este caso dicta acciones a realizar previo al arranque de la bomba centrífuga y en el momento del funcionamiento de la misma.

Tabla XII. **VOSO para sistema de potencia de agua**

Ver	<ul style="list-style-type: none">• Fugas de agua en la bomba centrífuga.• Todas las válvulas estén cerradas.• Fugas de agua en las tuberías (necesario abrir compartimiento de acceso a la bomba)• Fugas de aceite de bomba centrífuga• Líquidos de color extraños en el piso.• Las tapaderas de descarga y succión estén puestas.
Oír	<ul style="list-style-type: none">• En funcionamiento la bomba centrífuga debe de tener un sonido uniforme.• Si existen ruidos diferentes apagar automáticamente la bomba centrífuga.• Ruidos dentro de la bomba centrífuga que pueden ser partes metálicas desprendidas o materiales extraños.
Sentir	<ul style="list-style-type: none">• Las vibraciones de la bomba centrífuga deben de ser leves y uniformes.• Si existen golpes fuertes dentro de la bomba centrífuga o tuberías apagar el sistema.
Oler	<ul style="list-style-type: none">• No deben de existir ningún tipo de olores al momento del funcionamiento de la bomba centrífuga.• Si existen olor parecidos a piezas plásticas quemándose apagar inmediatamente la bomba centrífuga.

Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Revisiones

Por ser la parte principal de un camión contra incendio el mantenimiento preventivo de la bomba centrífuga Darley HM500, tiene como base principal las revisiones.

Tabla XIII. **Actividades de mantenimiento preventivo de bomba centrífuga Darley HM 500**

Frecuencia	Actividades
Cada 6 meses	Revisar nivel de fluido de lubricación de engranajes de la bomba centrífuga. (80W-90).
	Revisión de estoperos y prensa estopas.
	Limpiar y aceitar los pernos de la prensa estopas e inspeccionar la empaquetadura.
	Inspección del a alineación del impulsor y la bomba.
	Limpiar y rellenar con nueva aceite los cojinetes.
	Ver consistencia y cantidad de grasa.
Cada 12 meses	Las mismas actividades de cada seis meses.
	Inyectar grasa en las graseras de la bomba.
	Desarmar, limpiar y examinar defectos en cojinetes.
	Limpiar y volver a lubricar los cojinetes.
	Revisar si las tolerancias coinciden con las brindadas por el fabricante.
	Re empacar los estoperos y volver a conectar el acoplamiento.

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Lubricación periódica

Entre las partes móviles que brindan movimiento al mecanismo de la bomba centrífuga, existe una fricción que debe reducirse por medio de la selección adecuada del lubricante y sus puntos de lubricación.

Figura 39. Lubricación periódica de bomba centrífuga Darley HM500



Fuente: elaboración propia, empleando Adobe Photoshop.

Tabla XIV. **Carta de lubricación periódica de bomba centrífuga Darley HM500**

Simbología	Significado	Frecuencia
6●	Cambio de aceite 80W/90.	Cada seis meses.
12●	Llenar de grasa común las graseras.	Cada doce meses.

Fuente. elaboración propia.

2.2.4. Limpieza

La limpieza como parte de un mantenimiento preventivo contribuye a minimizar las fallas que provengan directamente desde un ambiente perjudicial para el equipo, siendo una bomba centrífuga se deberá tener especial cuidado con la limpieza de los siguientes equipos auxiliares de la línea de fuerza motriz de agua.

- Revisión de material extraño dentro del tanque de agua del camión contra incendio.
- Purga de las líneas de agua, después de cada uso, accionadas por la válvula de purga de cada línea.
- Limpieza de manómetros.
- Limpieza del ambiente de la bomba centrífuga, como está situada sin ninguna protección del suelo, se puede contaminar con polvo y lodo.

2.3. Plan de mantenimiento de equipo misceláneo e instrumentación

El mantenimiento preventivo para el equipo misceláneo, que no es directamente incluido dentro del camión contra incendio, pero que las condiciones en las que se debe de mantener al equipo deben ser las mejores posibles para brindar un servicio de calidad a la población.

Las configuraciones del equipo misceláneo varían de un camión a otro, pero básicamente los equipos que siempre se encuentran en el camión Ford F-550 contra incendio son, mangueras, pitones, válvulas, coplas, autocontenido, escaleras y herramientas de bomberos.

La instrumentación que contiene este camión consiste básicamente en indicadores, medidores de presión y caudal de agua, medidores de nivel de aceite y medidores de voltaje de la batería, cabe destacar que las mediciones concernientes al agua están centralizadas en un mismo medidor, el Pumb Boss.

2.3.1. Visitas

El mantenimiento del equipo misceláneo tiene como base la observación de anomalías y la limpieza, por motivos de seguimiento se aplicará la técnica VOSO.

Tabla XV. **VOSO para equipo misceláneo e instrumentación**

Ver	Equipo misceláneo	<ul style="list-style-type: none"> • Estado de mangueras (revisar si están rotas) • Estado de roscas de coplas de mangueras y salidas de descarga de agua, del camión. • Estado de pintura de identificación del equipo, correspondiente a cada estación. • Estado de pitones. • Estado de herramientas de bombero. • Nivel de aire en autocontenidos. • Niveles de extintores. • Si la cantidad de equipo corresponde a la hoja de revisiones de la unidad.
	Instrumentación	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento de las agujas de los manómetros análogos. • Golpes en el equipo de instrumentación.
Oír	Equipo misceláneo	<ul style="list-style-type: none"> • Sonidos que identifiquen partes móviles no apretadas.
	Instrumentación	<ul style="list-style-type: none"> • Sonidos de alarma del Pump Boss.
Sentir	Equipo misceláneo	<ul style="list-style-type: none"> • Partes mal ajustadas que provoquen vibraciones.
	Instrumentación	<ul style="list-style-type: none"> • Partes mal ajustadas.
Oler	Equipo misceláneo	<ul style="list-style-type: none"> • Las herramientas para ver posibles quemaduras
	Instrumentación	<ul style="list-style-type: none"> • Partes de la instrumentación que indiquen una subida de temperatura en su uso.

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Revisiones

Se deben de llevar a cabo para encontrar posibles fallos que puedan perjudicar el servicio de cubrir una emergencia.

2.3.2.1. Equipo misceláneo

El equipo misceláneo es un complemento de herramientas que sirven para la extinción de incendios, por lo cual deben de estar en óptimas condiciones.

Tabla XVI. **Revisiones de equipo misceláneo**

Equipo a revisar	Actividades	Frecuencia
Todos los equipos existentes dentro del camión contra incendios.	Inspeccionar daños por lo menos una vez al mes.	Cada mes
	Apretar tornillería de equipos que presentan flojedad.	Cada seis meses
	Identificar con pintura correspondiente a la estación.	Cada año
Mangueras	Realizar pruebas cada año.	Cada año
	Rectificar roscas en coplas macho y hembra cada tres años.	Cada tres años
Escaleras	Probar con peso promedio.	Cada año
Herramientas de bombero	Afilar herramientas que lo requieran.	
Autocontenidos	Revisar el funcionamiento de accesorios, y cambiar si lo requiriera.	

Fuente: elaboración propia.

2.3.2.2. Instrumentación

Revisar la instrumentación periódicamente garantiza que el estado de la misma se mantenga lo mejor posible.

Tabla XVII. **Revisiones de instrumentación**

Equipo	Acciones	Frecuencia
Manómetros y medidores de vacío.	Revisar si están correctamente sujetos.	Cada seis meses
	Calibrar.	Cuatro veces durante su vida útil.
Gobernador "Pumb boss"	Verificar que los botones y el controlador funcionen correctamente. Verificar el correcto funcionamiento de las luces indicadoras.	Cada seis meses.
Indicadores de nivel de agua y espuma	Revisar la integridad y funcionamiento de las luces indicadoras.	Cada tres meses.

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Lubricación periódica

Para la lubricación periódica de la instrumentación, específicamente los manómetros y medidores de vacío, se recomienda que se desarmen y se les aplique un tipo de lubricante en atomizador para mantener un movimiento libre de la aguja.

La lubricación del equipo misceláneo se describe en la tabla XVII.

Tabla XVIII. **Lubricación de equipo misceláneo**

Equipo misceláneo	Actividades	Frecuencia
Roscas mecho y hembras de mangueras.	Aplicar grasa cálcica cada invierno.	Cada seis meses (para época lluviosa)
Coplas, siamesas, válvulas, pitones.	Aplicar grasa en cálcica en uniones cada invierno.	

Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Lubricación de uniones de mangueras**



Fuente: elaboración propia, empleando Adobe Photoshop.

2.3.4. Limpieza

La limpieza del equipo misceláneo e instrumentación quedará a cargo del personal permanente y *ad honorem* que preste servicio, el equipo misceláneo diverso deberá limpiarse con paños húmedos.

Para la limpieza y secado de las mangueras se cuenta con un tendedero en el cual se cuelgan las mangueras para que se sequen con más facilidad.

Se recomienda limpiar la instrumentación con un lubricante en *spray* para protegerla de la humedad y el polvo.

Figura 41. **Tendedero de mangueras de estación dos**



Fuente: instalaciones estación dos del CBM.

2.4. Hoja de control de trabajos de mantenimiento

A continuación, se presenta la hoja de control de mantenimiento preventivo la cual servirá como base para dictar los pasos, de dicho mantenimiento.

Tabla XIX. **Control de mantenimiento general**

HOJA DE CONTROL DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO		
BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS MUNICIPALES DE GUATEMALA		
UNIDAD: B-42	KILOMETRAJE:	
TRABAJO REALIZADO POR:		
MANTENIMIENTO DE CADA SEIS MESES		
VEHICULAR	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de aceite de motor. • Revisión de: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fajas del motor. ○ Rendimiento de batería. ○ Sistema de escape. ○ Luces del camión. ○ Niveles de fluidos (llenar si es necesario). ○ Estado de mangueras de sistema de enfriamiento. ○ Nivel de transmisión automática. ○ Lubricar partes de la suspensión con grasa. ○ Inspeccionar partes de la dirección y suspensión. ○ Revisión de estado de sistema de frenos, cambiar partes sujetas a desgaste. 	
SISTEMA CONTRA INCENDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar nivel de fluido de lubricación de engranajes de la bomba centrífuga. (80W-90). • Revisión de estoperos y prensa estopas. • Limpiar y aceitar los pernos de la prensa estopas e inspeccionar la empaquetadura. • Inspección de la alineación del impulsor y la bomba. • Limpiar y rellenar con nueva aceite los cojinetes. • Ver consistencia y cantidad de grasa. 	

Continuación de la tabla XIX.

<p>EQUIPO MISCELÁNEO E INSTRUMENTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Apretar tornillería de equipos que presentan flojedad. • Revisar si manómetros y medidores de vacío están correctamente sujetos. • Verificar que los botones y el controlador funcionen correctamente. (Gobernador "Pump Boss"). • Verificar el correcto funcionamiento de las luces indicadoras. (Gobernador Pump Boss). • Aplicar grasa cálcica acopas y roscas de mangueras.
<p>MANTENIMIENTO DE CADA AÑO</p>	
<p>VEHICULAR</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de filtro de combustible. • Cambio de refrigerante de motor. (cada tres años) • Lubricación.
<p>SISTEMA CONTRA INCENDIO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las mismas actividades de cada seis meses. • Inyectar grasa en las graseras de la bomba. • Desarmar, limpiar y examinar defectos en cojinetes. • Limpiar y volver a lubricar los cojinetes. • Revisar si las tolerancias coinciden con las brindadas por el fabricante. • Re empacar los estoperos y volver a conectar el acoplamiento.
<p>EQUIPO MISCELÁNEO E INSTRUMENTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar con pintura todos los equipos. • Realizar pruebas a mangueras. • Rectificar roscas en coplas macho y hembra (cada tres años) • Probar escaleras con peso promedio. • Afilar herramienta de bombero. • Revisar funcionamiento de accesorios de auto contenidos.

Fuente: elaboración propia.

2.5. Diseño de un plan de ahorro de agua en el uso de los camiones contra incendio

Concientizar sobre el uso del agua, esto es una actividad que todos deben realizar. En materia de extinción de incendios no se tiene información sobre el tema, ya que prácticamente nunca ha sido tratado en Guatemala.

En Guatemala en el año 2014 sucedió uno de los incendios más grandes que han ocurrido en los últimos tiempos, el de mercado La Terminal ubicado en la zona cuatro, en el cual el fuego consumió más de cien locales, casi la totalidad de este mercado tan importante para el comercio del país. En él, entre varios cuerpos de socorro como el Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales, CVB y ASONBOMD, utilizaron aproximadamente cien mil galones de agua.

2.5.1. Métodos de ahorro de agua en la operación de los camiones Ford F-550 contra incendio

A continuación se presenta el uso del chorro brisa y el chorro directo, los cuales deben de ser usados en distintas aplicaciones, esto para reducir el consumo de agua.

2.5.1.1. Uso de chorro brisa

Es un tipo de choro en el cual la boquilla del pitón forma un abanico, este puede ser utilizado con pequeños caudales, el pitón usado en los camiones contra incendio Ford F-550 puede graduarse a un caudal de 30 gpm.

2.5.1.2. Uso de chorro directo

Es básicamente el chorro por el cual se combaten los incendios, su diámetro es prácticamente el mismo de la manguera, para el pitón usado en los camiones contra incendio Ford-550 puede graduarse a 60 gpm.

Figura 42. Chorro directo y choro brisa



Fuente: Mangueras y tipos de chorros.

http://bomberosdn.com.do/pdf_files/mangueras_chorros.pdf. Consulta: 21 de febrero de 2016.

2.5.1.3. Cálculos para demostrar el tiempo perdido en combate de incendios, si no se usara el chorro brisa

El camión contra incendios Ford F-550, como se ha mencionado en capítulos anteriores, es aproximadamente quinientos galones de agua, esto brindaría los siguientes cálculos:

- Volumen: 500 galones
- Caudal de chorro brisa: 30 gpm
- Caudal de chorro directo: 60 gpm

Cálculo de tiempo en el cual se agotaría el agua del tanque si se usara el chorro directo desde que se entra a un incendio hasta que termine.

$$500 \text{ galones} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ galones}} = 8,33 \text{ minutos} \cong 8 \text{ minutos y } 19 \text{ segundos}$$

Cálculo de tiempo en el cual se agotaría el agua del tanque si se usara el chorro brisa desde que se entra a un incendio hasta que termine.

$$500 \text{ galones} * \frac{1 \text{ min}}{30 \text{ galones}} = 16,66 \text{ minutos} \cong 16 \text{ minutos y } 40 \text{ segundos}$$

Los dos cálculos anteriores muestran que prácticamente si se combatiera un incendio con el chorro brisa (una situación desfavorable) brinda alrededor de ocho minutos más de combate de incendio, esta situación no sería la más favorable en materia de actividades bomberiles.

A continuación se describe un cálculo en el cual se puede dar un rango de tiempo para actuar en chorro brisa y otro tiempo en chorro directo, esto sería para hacer más eficiente a nivel de ahorro de agua en relación al combate de un incendio.

2.5.1.4. Propuesta de tiempos de uso de chorro brisa y chorro directo para el ahorro de agua

La propuesta del tiempo de uso de chorro brisa es de cinco minutos con un caudal de treinta galones por minuto.

$$5 \text{ minutos} * \frac{30 \text{ galones}}{1 \text{ minuto}} = 150 \text{ galones}$$

Suponiendo que se posea el tanque lleno con quinientos galones:

$$500 \text{ galones} - 150 \text{ galones} = 350 \text{ galones}$$

Calculo de tiempo en el cual se vaciaría el tanque después de los cinco minutos de uso de chorro brisa a 30 gpm

$$350 \text{ galones} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ galones}} = 5,83 \text{ minutos} \cong 5 \text{ minutos y } 50 \text{ segundos}$$

Tiempo total en el cual se vaciaría el tanque de quinientos galones haciendo una combinación de chorro brisa y chorro directo:

$$5 \text{ minutos} + 5 \text{ minutos y } 50 \text{ segundos} = 10 \text{ minutos y } 50 \text{ segundos} \cong 11 \text{ seg}$$

Con base en los cálculos se puede brindar que existe un ahorro de agua de dos minutos con veintinueve segundos; lo cual en materia de extinción de incendios es un tiempo considerable.

3. FASE DE DOCENCIA

Es la fase final del proyecto, parte medular del mismo, en ella los conocimientos son compartidos para que en un futuro no muy lejano las autoridades competentes del Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales de Guatemala implementen el plan de mantenimiento preventivo.

Durante el desarrollo de esta fase se tomaron en cuenta las siguientes actividades:

- Entrevistas con el personal de las diferentes estaciones, para conocer la opinión del mantenimiento preventivo de las unidades en general.
- Charlas complementarias por parte de los jefes de servicio.
- Hacer conciencia de la importancia del material bibliográfico.
- Presentación sobre el mantenimiento preventivo de los camiones Ford F-550 contra incendio.

3.1. Entrevistas

En la entrevista se tuvo un diálogo con el personal permanente y *ad honorem* de las estaciones, para poder obtener información y conocer su punto de vista sobre los camiones Ford F-550, así también, tratando temas concernientes al mantenimiento preventivo de los mismos.

Durante las entrevistas se tomaron notas de los datos y opiniones sobre los camiones, así como consejos sobre el uso correcto de los mismos.

3.2. Capacitaciones

Fueron actividades organizadas por los jefes de servicio de las estaciones, su objetivo fue explicar a los bomberos el correcto uso y el funcionamiento de los camiones contra incendio.

3.2.1. Prácticas

El Cuerpo de Bomberos Municipales recurre mucho a la realización de prácticas y refrescamientos, ya que las actividades bomberiles, en su mayoría, deben enlazar la parte teórica con la práctica.

La decisión de cuándo se realizan las prácticas y refrescamientos son responsabilidad de los jefes de servicio de cada estación; la secretaria general, también puede dictar cuándo y sobre qué tema se realizan las prácticas, y cuando es necesario involucrar a toda la institución.

El personal *ad honorem* puede solicitar la realización de prácticas, por ejemplo, en la estación número dos un grupo de bomberos *ad honorem* realizó un listado de temas que dominan como parte de sus estudios o empleos cada uno de los bomberos, los temas que sean aplicables en las actividades de bomberos se tomaron en cuenta en un cronograma para realizar prácticas guiadas por cada uno de ellos, y así obtener más conocimientos que ayuden a brindarle un mejor servicio a la población de la ciudad de Guatemala.

3.3. Importancia del material bibliográfico

La riqueza que se puede obtener en un material bibliográfico es muy grande, dentro de las instalaciones de la Escuela Técnica de Bomberos

Municipales de Guatemala se encuentra una biblioteca destinada para que los bomberos puedan encontrar todo tipo de información que necesiten para la realización de sus prácticas, y en sí del servicio prestado a la ciudad de Guatemala.

Concerniente al mantenimiento preventivo de las unidades, se pueden encontrar manuales de uso y operación de las unidades que se poseen como institución, dentro de esta biblioteca se encontraron manuales de los camiones Ford F-550 contra incendio, en los cuales se encuentra el correcto uso y operación de los mismos.

3.4. Presentación sobre el mantenimiento preventivo de camiones Ford F-550 contra incendio

Para la presentación de las actividades realizadas durante el periodo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se realizó una charla con el personal permanente y *ad honorem*, en la plática se expusieron las técnicas para lograr en un futuro la ejecución de un plan de mantenimiento preventivo para los camiones Ford F-550 contra incendio.

Durante la plática, los presentes dieron su opinión sobre cómo le afectaría a la población de la ciudad de Guatemala, el no contar con las unidades de los Bomberos Municipales de Guatemala en buen estado.

Asimismo, los presentes manifestaron su agradecimiento hacia la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, por brindar la colaboración de sus estudiantes en pro del desarrollo de la institución de socorro.

Figura 43. **Presentación sobre el plan de mantenimiento preventivo**



Fuente: estación dos del CBM.

CONCLUSIONES

1. Un plan de mantenimiento preventivo de camiones contra incendio aumenta la eficiencia del servicio de extinción de incendios que brinda el Cuerpo de Bomberos Municipales de Guatemala.
2. El mantenimiento preventivo garantiza conservar en buen estado los equipos y por ende brindar un buen servicio.
3. Un plan de mantenimiento preventivo es una estrategia que mantiene la vida útil de los equipos dentro del rango brindado por el fabricante.
4. Por medio de un plan de ahorro de agua se pueden ganar 2 minutos con 19 segundos de continuidad en el combate de incendio.
5. La capacitación constante sobre el mantenimiento preventivo de las unidades que utilizan los bomberos hace que el plan de mantenimiento preventivo sea más eficiente.

RECOMENDACIONES

1. Implementar el plan de mantenimiento preventivo para camiones Ford F-550, brindado en el presente trabajo de graduación.
2. Dar un espacio destinado del taller municipal, para ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo a las unidades con las que cuenta el Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales.
3. Implementar el plan de ahorro de agua propuesto en el presente trabajo de graduación.
4. Contar con un plan de capacitaciones para el personal *ad honorem* y permanente sobre el uso y mantenimiento de las unidades contra incendio.

BIBLIOGRAFÍA

1. CERNA MENDOZA, Efraín Fernando. *Manual para aspirante a bombero municipal*. Guatemala: Escuela Técnica de Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales. 2012. 329 p.
2. Darley & CO. *Operator's Manual Table of Contents For Darley PTO Driven HM Fire Pump*. Rev 23. 2012. 75 p.
3. Ford Use. *Diesel (6.7L) Supplement*. 3a ed. EEUU: 2012. 94 p.
4. KARASSIK Igor J.; CARTER Roy. *Bombas centrífugas selección, operación y mantenimiento*. México: Continental, 1982. 560 p.
5. MONROY PERALTA, Fredy Mauricio. *Principios básicos de mantenimiento*. Guatemala: Editorial Universitaria. 18 p.
6. Quiroga Fire Trucks, Ambulances and Equipment. *Manual de operación y funcionamiento de motobomba, ataque rápido modelo AR/07*. Bomberos Municipales de la ciudad de Guatemala, 2012. 64 p.

APÉNDICES

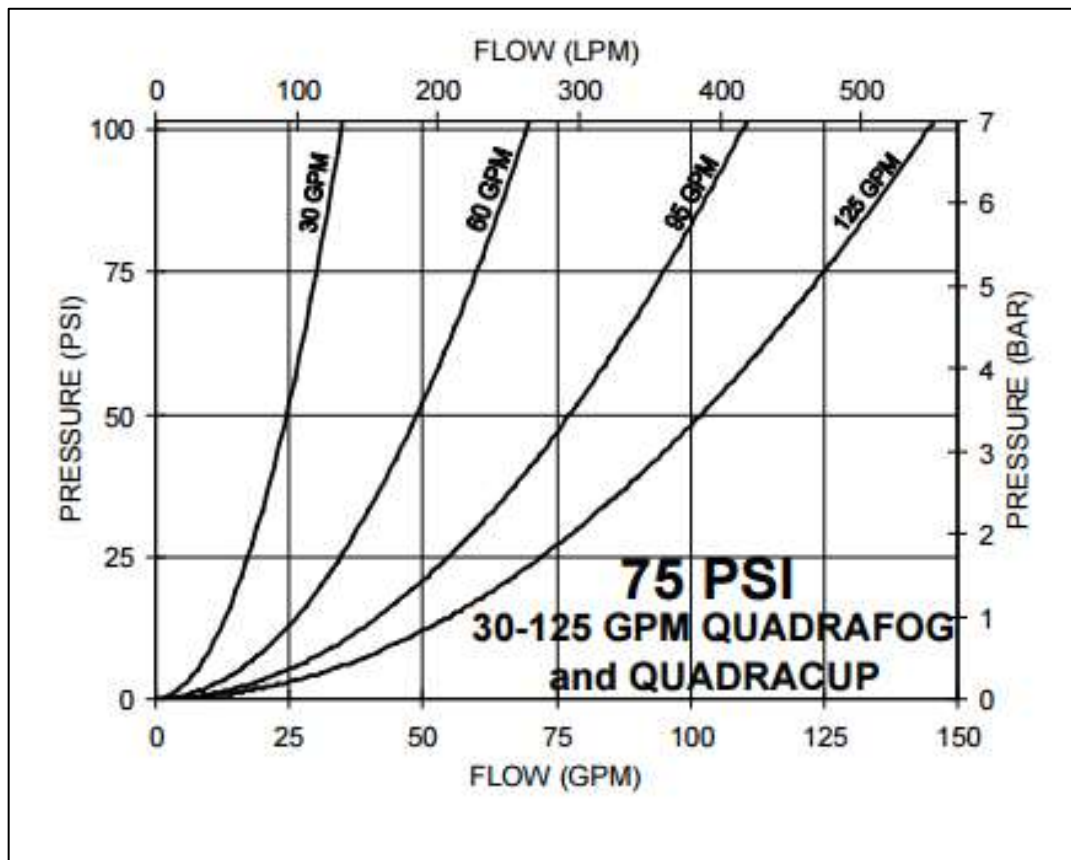
Apéndice 1. Visita de niños en estación dos



Fuente: Escuela Técnica de Bomberos Municipales de Guatemala.

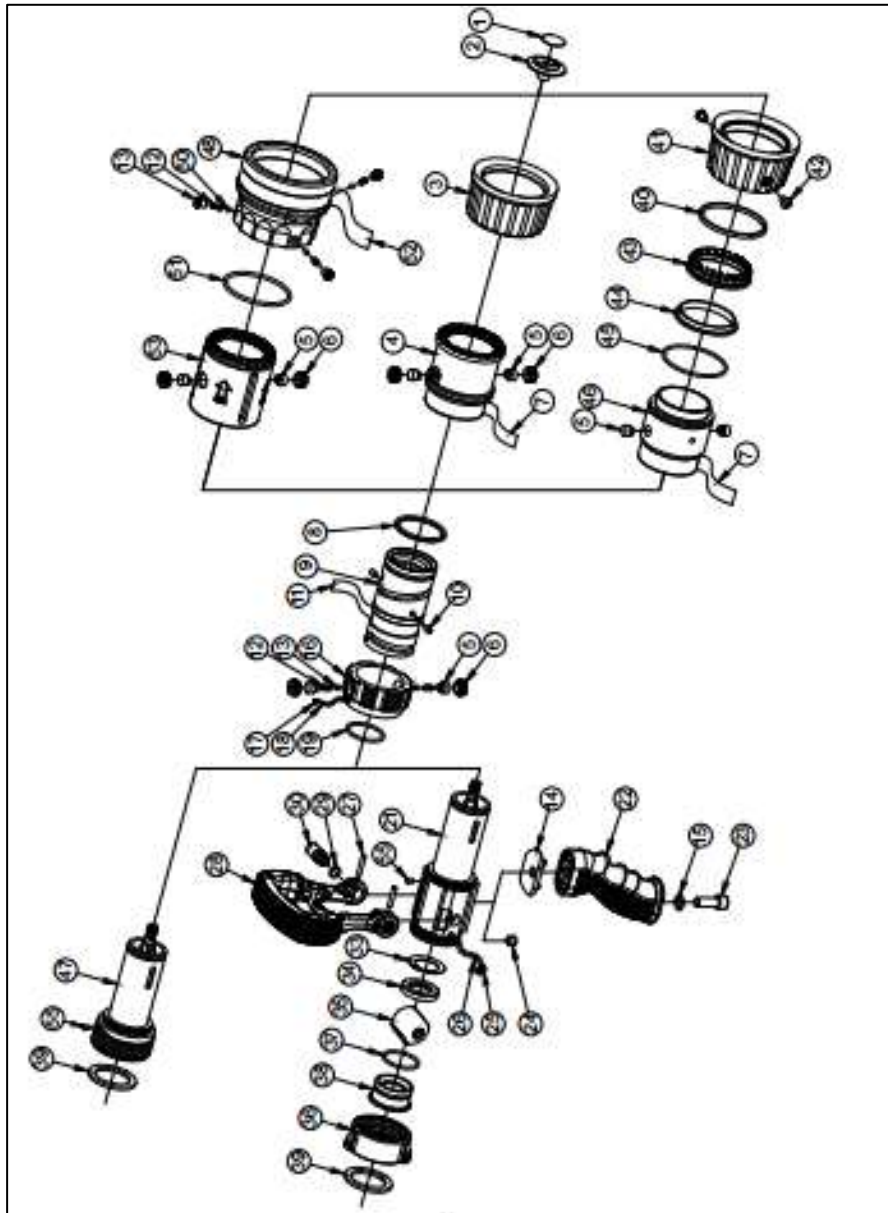
ANEXOS

Anexo 1. **Curvas de presión versus volumen Pitón QUADRAFOG**



Fuente: TASK FORCE TIPS. *Manual: ThunderFog, QuadraFog and QuadraCup*. p. 8.

Anexo 2. Diagrama de explosión de pitón QUADRAFOG



Fuente: TASK FORCE TIPS- Manual. *ThunderFog, QuadraFog and QuadraCup*. p. 14.