



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

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y
CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE MEDICIÓN, PARA PRODUCTOS DERIVADOS DEL
PETRÓLEO, EN EL DEPARTAMENTO DE FISCALIZACIÓN TÉCNICA**

José Manuel Reinosa

Asesorado por: Inga. Sigrid Alitza Calderón De León de De León

Guatemala, septiembre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y
CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE MEDICIÓN, PARA PRODUCTOS DERIVADOS DEL
PETRÓLEO, EN EL DEPARTAMENTO DE FISCALIZACIÓN TÉCNICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ MANUEL REINOSA

ASESORADO POR: INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEON DE DE
LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2009.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

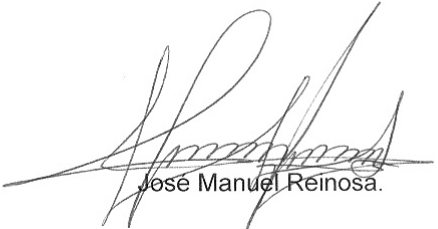
DECANO/A	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR/A	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
EXAMINADOR/A	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León de De León
EXAMINADOR/A	Inga. María Martha Wolford Estrada de Hernández
SECRETARIO/A	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE MEDICIÓN, PARA PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO, EN EL DEPARTAMENTO DE FISCALIZACIÓN TÉCNICA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, con fecha 04 de septiembre del 2007.



José Manuel Reinosá.

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.311-09

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 Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE MEDICIÓN, PARA PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO, EN EL DEPARTAMENTO DE FISCALIZACIÓN TÉCNICA**, presentado por el estudiante universitario **José Manuel Reinos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Campo Paiz Reinos
DECANO




Guatemala, agosto de 2009.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE MEDICIÓN, PARA PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO, EN EL DEPARTAMENTO DE FISCALIZACIÓN TÉCNICA**, presentado por el estudiante universitario **José Manuel Reinoso**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.


Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2009.



/mgp

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 22 de julio de 2009.
Ref.EPS.D.929.07.09.

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Gómez Rivera.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE MEDICIÓN, PARA PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO EN EL DEPARTAMENTO DE FISCALIZACIÓN TÉCNICA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **José Manuel Reinos**a quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todas"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



Edificio de E.P.S., Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria zona 12, teléfono directo: 2442-3509

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE MEDICIÓN, PARA PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO EN EL DEPARTAMENTO DE FISCALIZACIÓN TÉCNICA”**, presentado por el estudiante universitario **José Manuel Reinosá**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Una firma manuscrita en tinta que parece decir 'mmw' o similar.

María Martha Wolford Estrada
Ingeniera Industrial
Colegiada 8659

Inga. María Martha Wolford Estrada de Hernández
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala julio de 2009.

/mgp

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 22 de julio de 2009.
Ref.EPS.DOC.410.07.09.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **José Manuel Reinoso**, Carné No. **200313546** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE MEDICIÓN, PARA PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO EN EL DEPARTAMENTO DE FISCALIZACIÓN TÉCNICA"**.

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"


Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

SACdL/ra



Edificio de E.P.S., Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria zona 12, teléfono directo: 2442-3509

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios Por brindarme su apoyo incondicional mostrándome siempre el camino correcto, escuchándome en cada momento. Por nunca dejarme desamparado, por darme el valor, fuerza y voluntad para seguir adelante.
- Mi madre Rosa Amelia Reinoso Ramírez. Por darme la vida, por el sacrificio que siempre has hecho por tus hijos dando lo mejor de ti en cada momento, por ser un ejemplo a seguir de dedicación y perseverancia. Gracias madre Dios te bendiga.
- Mis hermanos Jorge Mario, Victor Hugo, Luis Gustavo, Maria Gabriela. Gracias por todo el apoyo, cariño y ternura. Por ser la fuente de mi inspiración, por ser mis compañeros de vida muchas gracias.
- Mis tíos Leonel (D.E.P.), Elida, Alcira, Vitelio, Ana, Glenda, Orlando. Por brindarme su apoyo incondicional, por creer en mí, por darme el consejo correcto en el momento justo.
- Mis abuelos Elena (D.E.P.) y Candido (D.E.P.). Por todo el cariño que me dieron, por todas sus enseñanzas, por ser los referentes de mi infancia.

Mis Primos	Por ser parte importante de mí entorno, gracias por compartir su vida y amistad.
Mis amigos	A los cuales agradezco haberme apoyado siempre para alcanzar ésta meta brindándome una mano en los momentos difíciles, mostrándome siempre lo afortunado que soy por tenerlos como amigos. A las familias de mis amigos, les doy las gracias por toda su generosidad y comprensión.
Ministerio de Energía y Minas	Por la oportunidad brindada para desarrollar mi trabajo de graduación
Mi asesora	Inga. Sigríd Calderón. Por su valioso tiempo, ayuda y conocimientos en la asesoría y desarrollo de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. INFORMACIÓN GENERAL DEL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS ...1	
1.1 Generalidades de la institución.....	1
1.1.1 Reseña histórica.....	2
1.1.2 Visión y misión de la institución.....	3
1.1.3 Servicios que presta.....	4
1.1.4 Estructura organizacional.....	5
1.2 Departamento de Fiscalización Técnica.....	7
1.2.1 Actividades.....	7
1.2.1.1 Sección gas licuado de petróleo.....	7
1.2.1.2 Sección combustibles líquidos.....	8
1.2.1.3 Sección de transporte.....	8
1.2.2 Estructura organizacional.....	9
2. MARCO TEÓRICO	11
2.1 Mantenimiento del Departamento de Fiscalización Técnica.....	11
2.1.1 Definición.....	11
2.1.1.1 Mantenimiento preventivo.....	13
2.1.1.2 Mantenimiento proactivo.....	14
2.2 Programas para mantenimiento.....	15

2.2.1	Tipos de programas para mantenimiento.....	17
2.3	Ingeniería.....	17
2.3.1	Conceptos básicos de Ingeniería.....	17
2.4	Investigación de Operaciones.....	23
2.4.1	Conceptos básicos.....	25
2.5	Equipos de medición.....	26
2.5.1	Equipos de medición de productos derivados del petróleo.....	27
2.5.1.1	Inversor.....	27
2.5.1.2	Báscula electrónica de verificación.....	28
2.5.1.3	Medidor volumétrico de combustible.....	29
2.5.1.4	Analizador electrónico portátil de octanaje y cetano.....	30
2.5.1.5	Sistema de Posicionamiento Global –GPS-.....	30

3. SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE FISCALIZACIÓN

	TÉCNICA.....	33
3.1	Diagnóstico general del Departamento de Fiscalización Técnica.....	33
3.1.1	Sección de gas licuado de petróleo (GLP).....	36
3.1.1.1	Diagrama causa y efecto.....	36
3.1.1.2	Personal del área.....	40
3.1.1.3	Jornadas de trabajo existentes.....	42
3.1.1.4	Estado actual del equipo.....	42
3.1.1.5	Diagnóstico del mantenimiento.....	45
3.1.2	Sección de combustibles líquidos.....	47
3.1.2.1	Diagrama causa y efecto.....	47
3.1.2.2	Personal del área.....	50
3.1.2.3	Jornadas de trabajo existentes.....	51
3.1.3.4	Estado actual del equipo.....	52
3.1.3.5	Diagnóstico del mantenimiento.....	55
3.1.3	Sección de transporte de combustible.....	58

3.1.3.1	Personal del área.....	58
3.1.3.2	Jornadas de trabajo existentes.....	69

4.	PROPUESTA DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE FISCALIZACIÓN TÉCNICA.....	61
4.1	Diagrama general de la ubicación del equipo.....	61
4.2	Fase de identificación de equipo.....	63
4.2.1	Codificación del equipo.....	63
4.2.2	Inventario físico del equipo y accesorios.....	66
4.2.3	Ejecución de toma de datos con esquema establecido.....	68
4.2.4	Actualización de datos en el departamento.....	69
4.2.5	Lista de especificaciones propuesto por fabricante.....	71
4.2.6	Accesorios requeridos por los equipos para realizar el mantenimiento.....	72
4.2.7	Cotizaciones y costos de accesorios.....	75
4.3	Fase de identificación de recursos.....	76
4.3.1	Flujograma de ejecución del mantenimiento.....	76
4.3.2	Documentación de los procedimientos y tareas.....	80
4.3.2.1	Procedimiento de servicio menor de las baterías del inversor.....	81
4.3.2.2	Procedimiento de solución de problemas de encendido de la báscula electrónica	82
4.3.2.3	Procedimiento de solución del problema la báscula electrónica se apaga	83
4.3.2.4	Procedimiento de solución del problema la báscula electrónica no despliega su capacidad máxima.....	84
4.3.2.5	Procedimiento de solución del problema la báscula electrónica no hace cero al encenderla	85
4.3.2.6	Procedimiento de solución del problema la lectura de peso	

	sobre la báscula no es correcta.....	86
4.3.2.7	Procedimiento de cuidado y mantenimiento diario de la báscula electrónica.....	87
4.3.2.8	Procedimiento reemplazo de tubo de cristal del medidor volumétrico.....	88
4.3.2.9	Procedimiento de solución de problema de altas varianzas en mediciones de analizador de octanaje y cetano.....	90
4.3.2.10	Procedimiento para crear un fichero de datos óptico y recoger los datos del analizador de octanaje y cetano, a través del cable RS232.....	91
4.3.3	Técnicas recomendadas para elaborar el mantenimiento.....	93
4.4	Rutinas de mantenimiento preventivo.....	95
4.4.1	Esquema de hoja de rutina de mantenimiento.....	96
4.4.2	Esquema de hoja de rutina por medio de fechas establecidas...	98
4.5	Definición de actividades del encargado del mantenimiento.....	99
4.5.1	Descripción de puesto.....	99
4.5.2	Plan de mantenimiento.....	103
4.5.2.1	Mantenimiento y calibración planeada.....	103
4.5.2.1.1	Acciones.....	103
4.5.2.2	Planificación de recursos.....	104
4.5.2.3	Limitantes en la planeación.....	105
4.6	Base de datos del programa de mantenimiento.....	105
4.6.1	Manual del programa de mantenimiento.....	106
5.	PLAN DE CAPACITACIÓN E INDUCCIÓN DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO.....	113
5.1	Secuencia de capacitación.....	113
5.2	Herramientas y procedimientos de presentación de capacitaciones.....	113

5.2.1	Descripción del programa de capacitación del mantenimiento.....	114
5.2.2	Demostración de los procedimientos de mantenimiento y calibración.....	114
5.2.3	Evaluación de los resultados obtenidos con la capacitación....	114
5.2.4	Programación de la capacitación.....	115
5.3	Elementos básicos referentes a salud.....	116
5.4	Elementos importantes en cuanto a seguridad.....	117
5.4.1	Equipo de protección.....	117
5.4.1.1	Equipo de protección personal.....	117
5.4.1.2	Equipo de protección para equipo.....	120
5.5	Elementos fundamentales con relación al medio ambiente.....	121
CONCLUSIONES.....		123
RECOMENDACIONES.....		127
BIBLIOGRAFÍA.....		129
APÉNDICE 1.....		131
APÉNDICE 2.....		135
ANEXO 1.....		139

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación actual Dirección General de Hidrocarburos.....	2
2.	Organigrama Ministerio de Energía y Minas.....	6
3.	Organigrama Departamento de Fiscalización Técnica.....	9
4.	Curva de falla.....	13
5.	Inversor.....	27
6.	Báscula.....	28
7.	Seraphin.....	29
8.	Analizador de octanaje.....	30
9.	GPS.....	31
10.	Diagrama de ubicación actual del equipo.....	35
11.	Encuesta.....	37
12.	Gráfico de frecuencia de causas de GLP.....	38
13.	Gráfico de frecuencia acumulada porcentual GLP.....	39
14.	Diagrama causa y efecto GLP.....	40
15.	Báscula Fiscalización Técnica.....	43
16.	GPS gas licuado de petróleo.....	44
17.	Flujo de ejecución del mantenimiento actual Gas Licuado de Petróleo ...	46
18.	Gráfico de frecuencia de causas de combustibles líquidos.....	47
19.	Gráfico de frecuencia acumulada porcentual de combustibles líquidos....	48
20.	Diagrama causa y efecto combustibles líquidos.....	49
21.	Inversor fiscalización técnica.....	53
22.	Medidor volumétrico fiscalización técnica.....	54

23.	GPS fiscalización técnica.....	54
24.	Analizador de octanaje y cetano fiscalización técnica.....	55
25.	Flujo de ejecución del mantenimiento actual combustibles líquidos.....	57
26.	Diagrama de ubicación propuesta del equipo.....	62
27.	Codificación de equipos.....	63
28.	Modelo de registro del equipo.....	68
29.	Equipos fiscalización técnica.....	69
30.	Modelo de historial del equipo.....	73
31.	Modelo solicitud de repuestos y materiales.....	74
32.	Flujograma de ejecución del mantenimiento propuesto.....	77
33.	Procedimiento de servicio menor de baterías de inversor.....	81
34.	Procedimiento de solución de problemas de encendido de la báscula electrónica.....	82
35.	Procedimiento de solución de problema báscula se apaga.....	83
36.	Procedimiento de solución de problema la báscula no despliega su capacidad máxima.....	84
37.	Procedimiento de solución de problema la báscula no hace cero al encenderla.....	85
38.	Procedimiento de solución de problema la lectura de peso sobre la báscula no es correcta.....	86
39.	Guía de cuidado y mantenimiento diario de la báscula electrónica.....	87
40.	Procedimiento de reemplazo de tubo de cristal del medido volumétrico...89	
41.	Procedimiento de solución de altas varianzas en mediciones del analizador de octanaje y cetano.....	90
42.	Procedimiento para crear un fichero de datos óptico.....	92
43.	Esquema de hoja de rutina de mantenimiento.....	97
44.	Esquema de hoja de plan de mantenimiento mensual.....	98

45.	Descripción de actividades del jefe del Departamento de Fiscalización Técnica.....	100
46.	Descripción de actividades de los coordinadores de Fiscalización Técnica.....	101
47.	Descripción de actividades del técnico de equipo.....	102
48.	Manual de usuario de la base de datos en Excel.....	107
49.	Hoja principal del programa	108
50.	Hoja de formatos de registro.....	108
51.	Hoja de registro del equipo.....	109
52.	Hoja de descripción de actividades de mantenimiento	110
53.	Hoja de plan de manteniendo mensual de los equipos.....	110
54.	Hoja de historial del equipo.....	111
55.	Hoja de reporte semanal de mantenimiento.....	111
56.	Hoja de solicitud de repuestos y materiales.....	112
57.	Hoja de inventario de equipos.....	112
58.	Equipo de protección personal 1.....	118
59.	Equipo de protección personal 2.....	119
60.	Equipo de protección personal 3.....	131
61.	Equipo de protección personal 4.....	120
62.	Procedimiento tubo de cristal A.1.....	131
63.	Procedimiento tubo de cristal A.2.....	131
64.	Procedimiento tubo de cristal B.1.....	132
65.	Procedimiento tubo de cristal B.2.....	132
66.	Procedimiento tubo de cristal C.....	132
67.	Procedimiento tubo de cristal D.1.....	133
68.	Procedimiento tubo de cristal D.2.....	133
69.	Procedimiento tubo de cristal D.3.....	133
70.	Procedimiento tubo de cristal E.....	134
71.	Cable RS232.1.....	135

72.	Cable RS232.2.....	135
73.	Cable RS232.3.....	136
74.	Configuración cable zeltex para pc.....	137
75.	Apariencia y partes del ZX – 101c.....	138

TABLAS

I.	Clasificación de las condiciones de deterioro de un equipo.....	34
II.	Estado de los equipos GLP.....	43
III.	Estado de los equipos Combustibles Líquidos.....	52
IV.	Sistema de codificación de las secciones del Departamento de Fiscalización Técnica.....	64
V.	Sistema de codificación de los equipos del Departamento de Fiscalización Técnica.....	65
VI.	Inventario físico del equipo.....	67
VII.	Actualización de datos en el departamento	70
VIII.	Lista de especificaciones.....	71
IX.	Cotizaciones y costos de accesorios.....	75
X.	Plan de capacitación propuesto.....	116
XI.	Rutas de comisión.....	139

GLOSARIO

Cetano	El cetanaje o índice de cetano corresponde a la cantidad presente (porcentaje en volumen) de cetano (hexadecano) en una mezcla de referencia con igual punto de inflamación que el carburante (hidrocarburo) sometido a prueba.
Combustión	Es la combinación rápida de un material con el oxígeno, acompañada de un gran desprendimiento de energía térmica y energía luminosa.
Exactitud	En ingeniería, ciencia, industria y estadística, se denomina exactitud a la capacidad de un instrumento de medir un valor cercano al valor de la magnitud real.
Gas licuado del petróleo (GLP)	Es la mezcla de gases condensables presentes en el gas natural o disueltos en el petróleo. Los componentes del GLP, aunque a temperatura y presión ambientales son gases, son fáciles de condensar.

Hidrocarburos

Son compuestos orgánicos formados únicamente por carbono e hidrógeno. Consisten en un armazón de carbono al que se unen átomos de hidrógeno.

Lubricante

Un lubricante es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma asimismo una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.

Octanaje

Es una escala que mide la resistencia que presenta un combustible (como la gasolina) a detonar prematuramente cuando es comprimido dentro del cilindro de un motor.

Precisión

Se denomina precisión a la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones.

Presión

Es una magnitud física que mide la fuerza por unidad de superficie, y sirve para caracterizar como se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie.

Regresión

Es la tendencia de una medición extrema a presentarse más cercana a la media en una segunda medición.

Tolerancia

Es el espacio permisible, en la dimensión nominal o el valor especificado.

Voltaje

Es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito cerrado.

RESUMEN

El mantenimiento preventivo puede definirse como la conservación planeada, teniendo como función conocer, metódicamente, el estado de los equipos para programar en los momentos más oportunos y de menos impacto para el Ministerio de Energía y Minas, las actividades que tratarán de eliminar los desperfectos que originan las interrupciones.

Este trabajo elaborado através del Ejercicio Profesional Supervisado, presenta las actividades para establecer un programa de procedimientos de mantenimiento y calibración de equipo que involucra el proceso de cinco fases que son la identificación del equipo, identificación de recursos, rutinas de mantenimiento preventivo, definición de actividades del encargado de mantenimiento, programa de mantenimiento. La elaboración de cada una de estas fases es de suma importancia para la conservación de los equipos del Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas.

Se logrará guardar registro de los equipos, por medio de hojas de control, con las que se tendrá de forma digital e impresa el estado de los equipos.

El Departamento de Fiscalización Técnica podrá contar con procedimientos documentados, de soluciones a problemas comunes de los equipos con que cuenta.

OBJETIVOS

General:

Diseñar un programa de procedimientos de mantenimiento y calibración de equipo de medición, para productos derivados del petróleo en el Departamento de Fiscalización Técnica del Ministerio de Energía y Minas, para garantizar el buen estado de los mismos.

Específicos:

1. Ayudar en la conservación de los equipos que utilizan en el Departamento de Fiscalización Técnica.
2. Obtener el registro exacto del equipo con que cuenta el Departamento de Fiscalización Técnica.
3. Implementar un software para la conservación de los equipos.
4. Cumplir con las normas de seguridad, salud y medio ambiente en relación al desecho de combustibles.
5. Establecer la secuencia de capacitación del personal para el uso y mantenimiento de los equipos.
6. Establecer rutinas de mantenimiento y calibración de los equipos para complementar el programa de mantenimiento.
7. Realizar el análisis respectivo de las mejoras que se obtendrán con el programa de procedimientos de mantenimiento y calibración.

INTRODUCCIÓN

El hacer mantenimiento con un concepto actual no implica reparar equipo roto tan pronto como se pueda, sino mantenerlo en operación a los niveles especificados. En consecuencia, un buen mantenimiento no consiste en realizar el trabajo equivocado en la forma más eficiente; su prioridad es prevenir fallas.

El desarrollo del presente trabajo de graduación se basará en la ciencia y herramientas de la Ingeniería Mecánica Industrial, mejorando así el mantenimiento de los equipos que posee el Departamento de Fiscalización Técnica, dicho trabajo de graduación consta de cinco capítulos, los cuales se desarrollan de la forma siguiente:

El capítulo uno contiene información general del Ministerio de Energía y Minas, tal como la reseña histórica de la institución, visión y misión, servicios que presta, estructura organizacional. Además, incluye las actividades que realiza cada sección del Departamento de Fiscalización Técnica, estructura organizacional del departamento.

El capítulo dos presenta el marco teórico, tal como la definición de mantenimiento preventivo y proactivo, tipos de programas de mantenimiento, conceptos básicos de ingeniería, conceptos básicos de investigación de operaciones, así como también una descripción de los equipos que posee el Departamento de Fiscalización Técnica.

El capítulo tres presenta la situación actual del Departamento de Fiscalización Técnica, dentro de está, un diagnóstico general de la ubicación de los equipos, análisis Ishikawa, personal de cada sección, así también el estado actual de los equipos y los procedimientos de mantenimiento actuales.

En el capítulo cuatro se presenta la propuesta de programa de mantenimiento y calibración de equipo, dicha propuesta incluye el diagrama de ubicación propuesto para el equipo, la fase de identificación de equipo por medio de codificación, actualización de datos en el departamento, accesorios requeridos para realizar el mantenimiento. En la fase de identificación de recursos se incluyen los flujogramas y procedimientos propuestos para ejecutar el mantenimiento. Las rutinas de mantenimiento preventivo a efectuarse en los equipos por medio de fechas establecidas. Así también se incluyen las actividades a realizar por parte del personal involucrado en el mantenimiento, un manual de usuario de la base de datos en Microsoft Excel.

El capítulo cinco presenta el plan de capacitación del personal de mantenimiento, tomando en cuenta la secuencia de capacitación, elementos básicos referentes a salud y seguridad, elementos importantes en relación al ambiente, la programación de la capacitación, entre otros.

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

El Ministerio de Energía y Minas cuenta con una estructura organizacional bastante rigida, con lineas de mando bien definidas, esta estructura, es propia de las instituciones estatales de Guatemala.

1.1 Generalidades de la institución

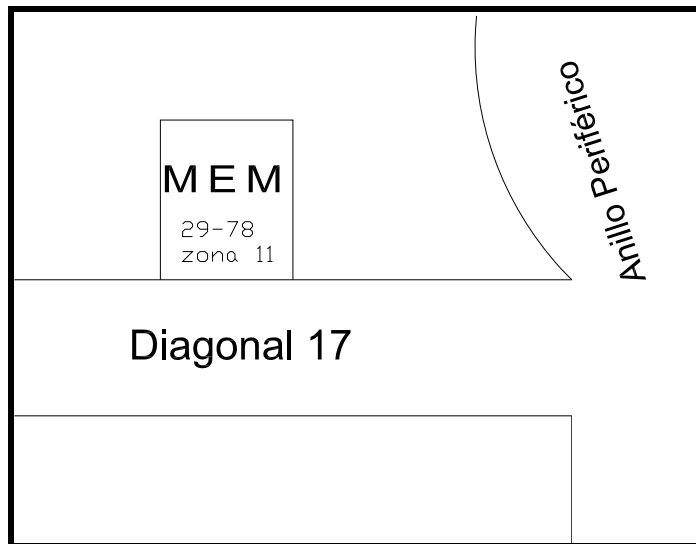
Es una institución de prestigio con respaldo gubernamental, cuenta con instalaciones adecuadas para desarrollar un excelente ambiente de trabajo.

NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN: Ministerio de Energía y Minas /
Dirección de Hidrocarburos

Comienza en el año 1907, con el nombre de Dirección General de Minería, Industrias Fabriles y Comercio, pasa por varios procesos hasta convertirse en el año de 1983 en el Ministerio de Energía y Minas que hoy conocemos. Actualmente presta servicios de estudio y uso de fuentes energías renovables y no renovables.

Ubicado en un sector de la zona 11 en la ciudad de Guatemala. Ver figura 1.

Figura 1. **Ubicación actual Dirección General de Hidrocarburos**



Fuente: **Ministerio de Energía y Minas**

1.1.1 **Reseña histórica**

La Dirección General de Minería, Industrias Fabriles y Comercio, adscrita a la Secretaría de Fomento, fue creada el 01 de julio del año 1907, siendo nombrado el señor Manuel Lemus, como el primer Director.

En la década de los años cuarenta, se creó el Instituto Nacional de Petróleo. Posteriormente en los años cincuenta, la Dirección General de Minería, Industrias Fabriles y Comercio, cambió de denominación a únicamente Dirección General de Minería, fusionándose con el referido Instituto para llegar a formar la Dirección General de Minería e Hidrocarburos, adscrita al Ministerio de Economía.

Conforme la Ley que regulaba las actividades del Organismo Ejecutivo, correspondía al Ministerio de Economía conocer todo lo relativo a los hidrocarburos, minas y canteras, pero por lo creciente y complejo de tales actividades fue necesario separar de dicho Ministerio, la Dirección General de Minería e Hidrocarburos, dando vida mediante el Decreto-Ley 57-78 a la Secretaría de Minería, Hidrocarburos y Energía Nuclear, adscrita a la Presidencia de la República.

Ante el crecimiento e importancia de las actividades relativas al desarrollo de la industria petrolera y minera, y el aprovechamiento del uso pacífico de la energía nuclear y de las fuentes nuevas y renovables de energía, cambió la denominación de tal Secretaría mediante el Decreto-Ley Número 86-83, llamándose Secretaría de Energía y Minas. No obstante que la emisión de este Decreto-Ley significó un avance para que dicha Secretaria cumpliera en mejor forma sus funciones, se hizo necesario contar con un órgano más especializado que atendiera y dinamizara el desarrollo en el Sector, dando lugar a que por medio del Decreto Ley No 106-83 de fecha 8 de septiembre de 1983, naciera a la vida política del país el MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, tomando vigencia a partir del 10 de Septiembre de ese mismo año.

1.1.2 Visión y misión de la institución

VISIÓN

Que el gobierno de Guatemala en el subsector hidrocarburos cuente con una institución fuerte que sea capaz de responder a los requerimientos técnicos adecuados tanto de recurso humano como de equipamiento para desempeñar las funciones que el marco legal le establezca a la Dirección.

Fuente: **Ministerio de Energía y Minas**

MISIÓN

Promover el desarrollo racional de los recursos de los yacimientos de hidrocarburos estableciendo una política petrolera orientada a tener mejores resultados en la exploración y explotación de dichos recursos, con el objeto de lograr la independencia energética del país y el autoabastecimiento de los hidrocarburos.

Actualmente el Ministerio cuenta con 331 empleados distribuidos en cuatro direcciones. La Dirección General de Minería, Dirección General de Hidrocarburos, Dirección General de Energía y la Dirección General Administrativa.

Fuente: **Ministerio de Energía y Minas**

1.1.3 Servicios que presta

En el marco de lo establecido en la Ley del Organismo Ejecutivo, el Ministerio de Energía y Minas tiene asignadas las siguientes funciones generales:

- Estudiar y fomentar el uso de fuentes nuevas y renovables de energía; promover su aprovechamiento racional y estimular el desarrollo y aprovechamiento racional de energía en sus diferentes formas y tipos, procurando una política nacional que tienda a lograr la autosuficiencia energética del país.
- Coordinar las acciones necesarias para mantener un adecuado y eficiente suministro de petróleo, productos petroleros y gas natural de acuerdo a la demanda del país, y conforme a la ley de la materia.
- Cumplir y hacer cumplir la legislación relacionada con el reconocimiento superficial, exploración, explotación, transporte y transformación de

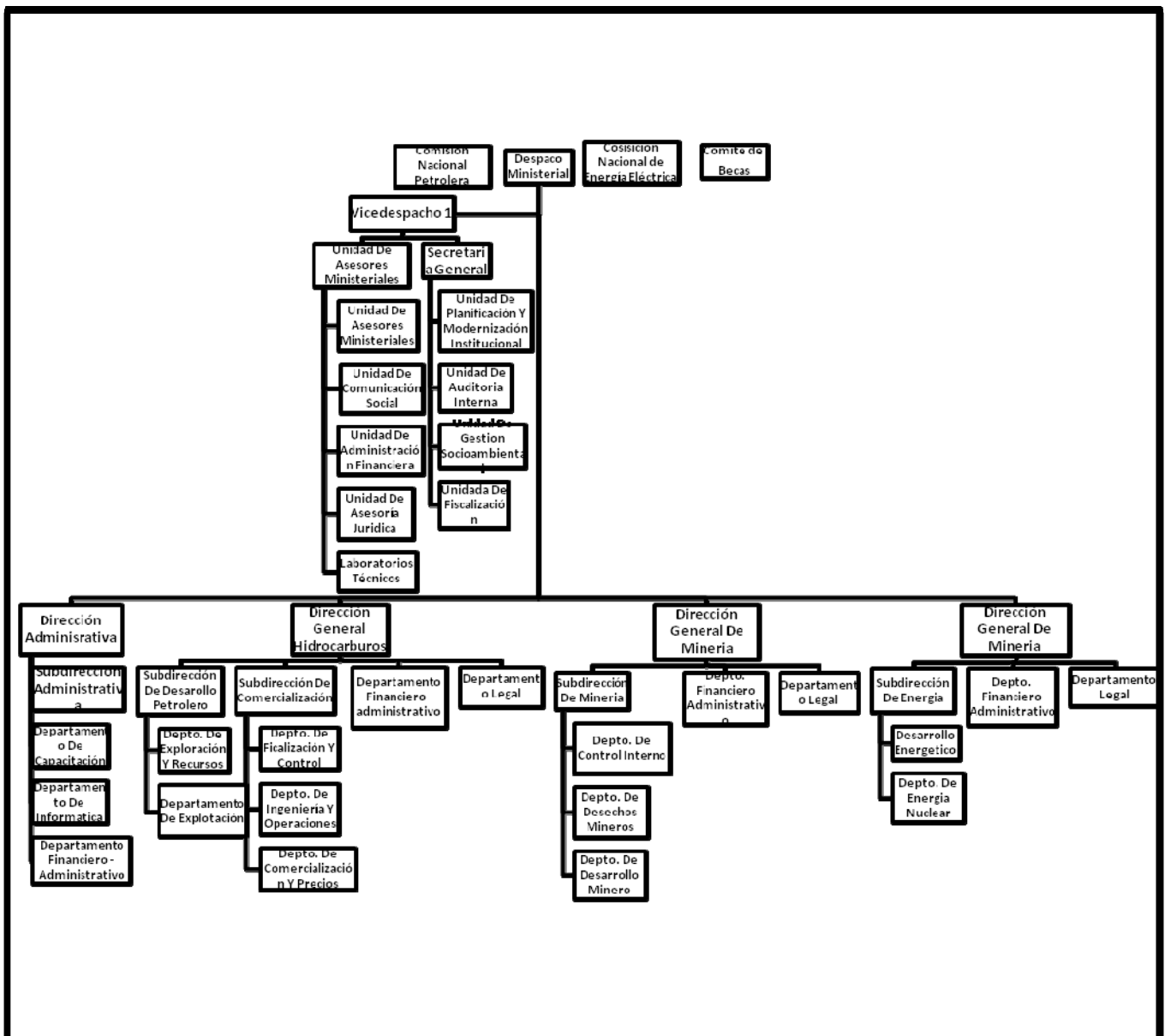
hidrocarburos, la compraventa o cualquier tipo de comercialización de petróleo crudo o reconstituido, gas natural y otros derivados, así- como los derivados de los mismos.

- Formular la política, proponer la regulación respectiva y supervisar el sistema de exploración, explotación y comercialización de hidrocarburos y minerales.
- Proponer y cumplir las normas ambientales en materia energética.
- Emitir opinión en el Ámbito de su competencia sobre políticas o proyectos de otras instituciones públicas que incidan en el desarrollo energético del país.
- Ejercer las funciones normativas y de control y supervisión en materia de energía eléctrica que le asignen las leyes.

1.1.4 Estructura organizacional

El Ministerio de Energía y Minas cuenta con una estructura organizacional lineal bastante rígida, basada en la autoridad directa del jefe sobre los subordinados, cada jefe recibe y transmite todo lo que sucede en su área, dado que las líneas de comunicación tienen solo dos sentidos: uno orientado hacia arriba que lo une al cargo superior y representa la responsabilidad frente al nivel mas elevado y otro orientado hacia abajo que lo une a los cargos directamente subordinados y representa su autoridad sobre el nivel inferior está estructura es propia de las instituciones del estatales de Guatemala. En la figura 2 se muestra el organigrama del Ministerio de Energía y Minas.

Figura 2. Organigrama Ministerio de Energía y Minas



Fuente: Ministerio de Energía y Minas

1.2 Departamento de Fiscalización Técnica

El Departamento de Fiscalización Técnica es un área importante en la subdirección de comercialización de la dirección general de hidrocarburos, consta de tres secciones de control: gas licuado de petróleo, combustibles líquidos, transporte.

1.2.1 Actividades

La actividad principal es vigilar y verificar el cumplimiento de las normas de seguridad industrial y ambiental en la cadena de comercialización de productos petroleros, así como las especificaciones de calidad y el despacho de la cantidad exacta de los productos petroleros que se comercializan en el país.

1.2.1.1 Sección gas licuado de petróleo

- Verificación de cantidad de gas licuado de petróleo envasada en cilindros en plantas de envasado.
- Verificación de medidas de seguridad en plantas de envasado de gas licuado de petróleo.
- Verificación de medidas de seguridad en expendios de gas licuado de petróleo.
- Verificación de cantidad de gas licuado de petróleo envasada en cilindros en expendios.
- Verificar el cumplimiento de especificaciones de seguridad en los cilindros metálicos fabricados localmente o importados.
- Administrar el registro de los volúmenes de cilindros autorizados para su comercialización y de las instalaciones inspeccionadas y verificadas.

1.2.1.2 Sección combustibles líquidos

- Verificación volumétrica de productos despachados en estación de servicio.
- Vigilancia del cumplimiento de especificaciones de calidad de productos despachados en estaciones de servicio.
- Verificación de medidas de seguridad en estaciones de servicio.
- Vigilancia del cumplimiento de especificaciones de calidad de productos despachados en terminales de almacenamiento.
- Vigilar que los equipos de despacho de productos petroleros se encuentren debidamente calibrados.
- Atender denuncias relacionadas con la calidad, cantidad despachada y medidas de seguridad.
- Verificar la calidad y cantidad despachada de combustibles alternos autorizados por la dirección, tales como alcohol carburante y bio-diesel.

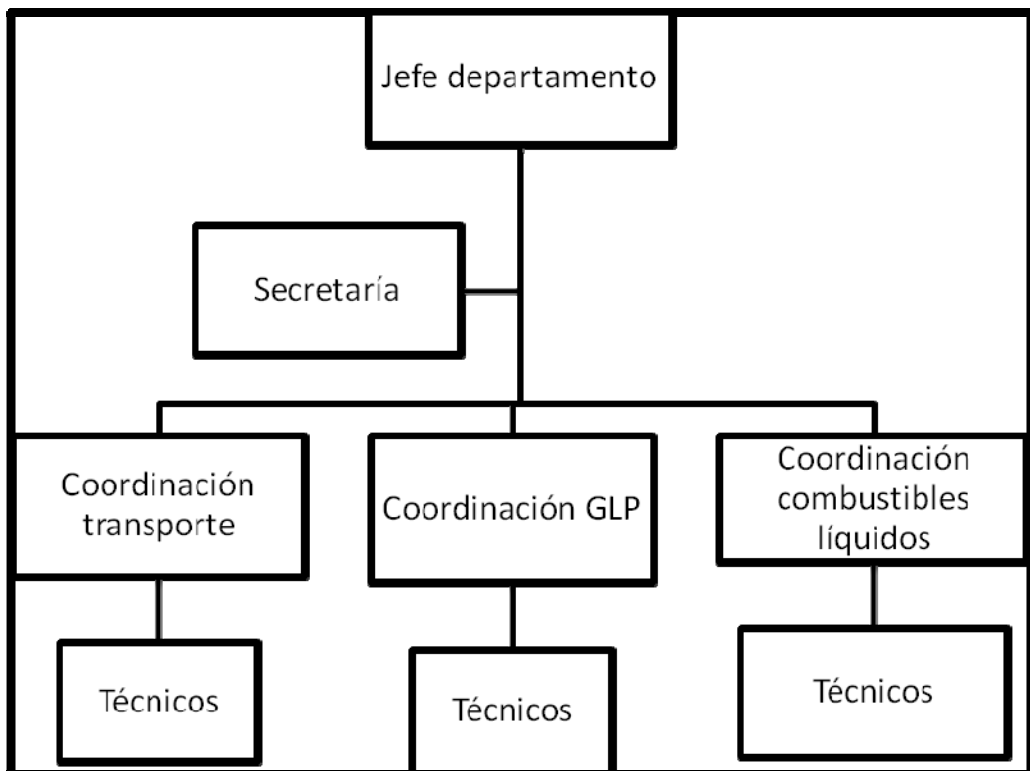
1.2.1.3 Sección de transporte

- Vigilar que las unidades de transporte operen cumpliendo con la normativa nacional aplicable.
- Vigilar que las unidades de transporte se encuentren debidamente calibradas.
- Recomendar sanciones administrativas por el incumplimiento de la ley de comercialización de hidrocarburos, su reglamento y la normativa aplicable.
- Administrar la base de datos de licencias de transporte emitidas por la dirección.

1.2.2 Estructura organizacional

El organigrama del Departamento de Fiscalización Técnica, se ubica en la parte central. La estructura esta constituida de forma lineal, basada en la autoridad directa del jefe sobre los empleados, se encuentra bajo la jerarquía de la Dirección General de Hidrocarburos. Ver figura 3.

Figura 3. Organigrama Departamento de Fiscalización Técnica



Fuente: Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos

2. MARCO TÉORICO

El mantenimiento es necesario para conservar los equipos en óptimo estado y funcionamiento, para lo cual se requiere conocer los pasos para crear un programa de mantenimiento de equipo, además del estudio de la toma de decisiones en un determinado proceso.

2.1 Mantenimiento del Departamento de Fiscalización Técnica.

Las operaciones de mantenimiento tienen lugar frente a la constante amenaza que implica la ocurrencia de una falla o error en un sistema, maquinaria, o equipo. Existe además una necesidad de optimizar el rendimiento de los unidades y componentes industriales (mecánicos, eléctricos, y electrónicos) de los procesos dentro de las instalaciones de una planta industrial.

2.1.1 Definición

El mantenimiento debe procurar un desempeño continuo y operando bajo las mejores condiciones técnica, sin importar las condiciones externas (ruido, polvo, humedad, calor, etc.) del ambiente al cual este sometido el sistema. El mantenimiento además debe estar destinado a:

- Optimizar la producción del sistema
- Reducir los costos por averías
- Disminuir el gasto por nuevos equipos

- Maximizar la vida útil de los equipos

Los procedimientos de mantenimiento deben evitar las fallas, por cuanto una falla se define como la incapacidad para desarrollar un trabajo en forma adecuada o simplemente no desarrollarlo. Un equipo puede estar “fallando” pero no estar averiado, puesto que sigue realizando sus tareas productivas, pero no las realiza con la misma performance que un equipo en óptimas condiciones. En cambio un equipo averiado no podrá desarrollar faenas bajo ninguna circunstancia.

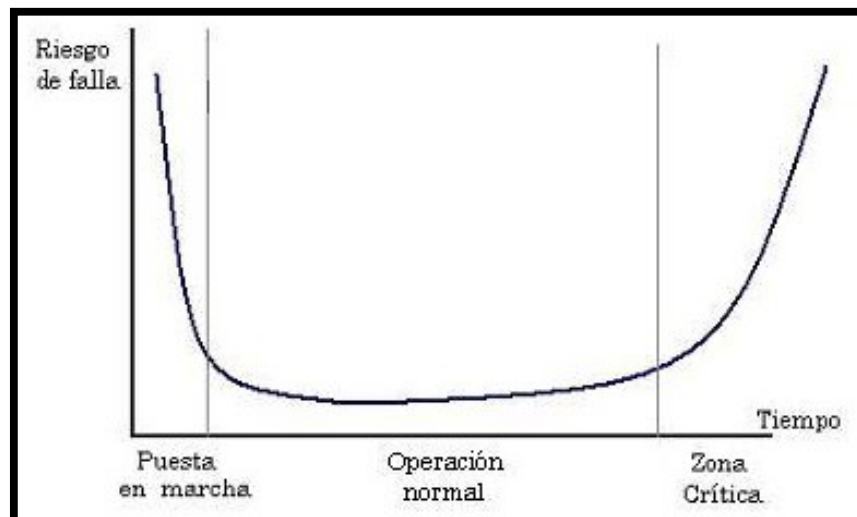
Además el costo que implica la gestión y el desarrollo del mantenimiento no debe ser exagera, más bien debe estar acorde con los objetivos propios el mantenimiento, pero sin denotar por ejemplo, un costo superior al que implicaría el reemplazo por maquinaria nueva. Entre los factores de costo están: mano de obra, costo de materiales, repuestos, piezas nuevas, energía, combustibles, pérdidas por la no producción.

Inevitablemente todo equipo, maquinaria, instrumento, o edificación se va a deteriorar por el paso del tiempo. Una medida útil para aproximar el costo del desarrollo del mantenimiento esta dado por la siguiente expresión:

Donde el Costo de mantenimiento esta dado por el valor en dinero gastado en las operaciones desarrolladas; y los Activos fijos mantenibles son aquellos equipos, maquinarias, y construcciones revaluados a precios corrientes y correspondientemente depreciados.

El momento ideal para llevar a cabo puede ser determinado desde muchos puntos de vista, a los cuales les va a corresponder un determinado tipo de mantenimiento; teóricamente existe la llamada “curva de falla”, la cual indica la probabilidad de la ocurrencia de fallas y averías para determinadas etapas de operación de la planta en función del factor tiempo. En la figura 4 se presenta el gráfico de la curva de falla de un equipo.

Figura 4. **Curva de falla**



Fuente: www.solomantenimiento.com

2.1.1.1 **Mantenimiento preventivo**

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario. Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen mantenimiento preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, entre otros.

2.1.1.2 Mantenimiento proactivo

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

2.2 Programas para mantenimiento

Pasos para crear un programa de mantenimiento para un equipo determinado:

- Quien mejor conoce una máquina es su fabricante, por lo que es altamente aconsejable comenzar por localizar el manual de uso y mantenimiento original, y si no fuera posible, contactar con el fabricante por si dispone de alguno similar, aunque no sea del modelo exacto.
- Establecer un manual mínimo de buen uso para los operarios de la máquina, que incluya la limpieza del equipo y el espacio cercano.
- Comenzar de inmediato la creación de un historial de averías e incidencias.
- Establecer una lista de puntos de comprobación, como niveles de lubricante, presión, temperatura, voltaje, peso, etc., así como sus valores, tolerancias y la periodicidad de comprobación, en horas, días, semanas, etc.
- Establecer un Plan-Programa de Lubricación de la misma forma, comenzando con plazos cortos, analizando resultados hasta alcanzar los plazos óptimos.
- Actuar de la misma forma con los todos sistemas de filtración y filtros del equipo, sean de aire, agua, lubricantes, combustibles, etc. Para establecer los plazos exactos de limpieza y/o sustitución de los filtros, ayudará revisarlos y comprobar su estado de forma periódica. Los filtros de cartucho pueden abrirse para analizar su estado, y comprobar si se sustituyeron en el momento justo, pronto o tarde.
- En cuanto a transmisiones, cadenas, rodamientos, correas de transmisión, etc., los fabricantes suelen facilitar un nº de horas aproximado o máximo de funcionamiento, pero que dependerá mucho de

las condiciones de trabajo: temperatura, carga, velocidad, vibraciones, etc. Por lo tanto, no tomar esos plazos máximos como los normales para su sustitución, sino calcular esa sustitución en función del comentario de los operarios, la experiencia de los técnicos de mantenimiento, incidencias anteriores, etc.

- Crear un listado de accesorios, repuestos, recambios para el equipo, valorando el disponer siempre de un Stock mínimo para un plazo temporal 2 veces el plazo de entrega del fabricante, sin olvidar épocas especiales como vacaciones, etc.
- Siempre que sea posible, agrupar en el Plan o Programa de Mantenimiento las distintas acciones de mantenimiento preventivo que requieran la parada del Equipo o máquina, aunque los plazos no sean exactos, adelantando un poco los más alejados (por ejemplo, si establece el fabricante la comprobación de presión de un elemento cada 30 días, aunque se puede establecer cada 28, para coincidir con otras tareas preventivas del plazo semanal (7 x 4 semanas = 28 días).
- Si se dispone de un Software de Mantenimiento, con un mínimo conocimiento de ordenadores se pueden crear aplicaciones simples pero efectivas con programas como Access (bases de datos) y Excel (Hoja de Cálculo), permitirán tener una ficha del equipo, con sus incidencias, paradas, averías, soluciones, repuestos usados, etc. Cuantos más datos recojan y guarden, más exacto podrán ser su Programa de Mantenimiento.

2.2.1 Tipos de programas para mantenimiento

Por programa de mantenimiento se pueden entender 2 cosas:

- Programa o Plan de Mantenimiento Preventivo: Se trata de la descripción detallada de las tareas de Mantenimiento Preventivo asociadas a un equipo o máquina, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar; en general, se habla de tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas.
- Software de Mantenimiento: Aplicación Informática comercial o no, que facilita ejecutar el plan de mantenimiento de una equipo, máquina o conjuntos de activos de una empresa, mediante la creación, control y seguimiento de las distintas tareas técnicas previstas con el uso de un ordenador - computador.

2.3 Ingeniería

El conocimiento y aplicación de los conceptos básicos de ingeniería es de suma importancia en el desarrollo de este ejercicio; punto de inflamación, gravedad api, presión de vapor, punto de humeo, Índice de cetano, contenido de azufre, viscosidad, puntos de destilación, residuo de destilado.

2.3.1 Conceptos básicos de ingeniería

Los conceptos de ingeniería se muestran a continuación:

a. Punto de inflamación

El punto de inflamación o “Flash Point” es la temperatura más baja de una muestra, corregida a una presión barométrica de 760 mm de Hg (una atmósfera), a la cual al aplicar una llama de prueba hace que el vapor de la muestra se ignite bajo las condiciones especificadas de la prueba. Esto significa que es la temperatura mínima a la cual se vaporiza suficiente líquido para crear una mezcla de combustible y aire que se quemará al ser encendida. O sea que es la temperatura a la que aparece la llama en la muestra, la cual sólo dura un instante.

b. Gravedad API

La densidad o gravedad es la relación entre la masa y el volumen de una sustancia. La gravedad API 60 grados Fahrenheit es una forma de expresar la densidad. Esta es una escala arbitraria, calibrada en grados, y API significa American Petroleum Institute. Se usa normalmente en la industria del petróleo.

La gravedad API está relacionada con la densidad relativa (a 60°F) de tal manera que a mayor API menor es la densidad relativa y al contrario. Por lo tanto hidrocarburos de alto API son más livianos que los de bajo API. Las gasolinas tienen más alto API que el bunker por ejemplo.

La gravedad es un factor que gobierna la calidad del petróleo crudo. Pero, la gravedad de un producto de petróleo es un indicador incierto de su calidad. Correlacionada con otras propiedades, la gravedad puede usarse para dar aproximadamente la composición del hidrocarburo y el calor de combustión.

c. Presión de vapor

La presión de vapor es la fuerza por unidad de área ejercida en las paredes de un recipiente cerrado por la porción vaporizada en un líquido contenido adentro. Para mezclas de hidrocarburos como la gasolina, la presión de vapor depende de la razón de vapor a líquido en el contenedor y de la temperatura.

La presión de vapor de la gasolina cuando se mide a 100 grados Fahrenheit en una bomba con una razón de 4/1 de aire a líquido es conocida como presión de vapor Reid.

La presión de vapor Reid difiere de la verdadera presión de vapor de la muestra debido a alguna pequeña vaporización de la muestra y a la presencia de vapor de agua y aire en el espacio confinado donde se hace la prueba.

La presión de vapor en los combustibles es una medida de la tendencia del compuesto más volátil a escapar del tanque de combustible en forma de vapor. Si la volatilidad es muy baja, el combustible líquido entra el cilindro y lava el aceite lubricante que se forma en las paredes y pistones. Esto aumenta el desgaste de la máquina y causa dilución del aceite de la caja. Una pobre volatilidad puede llevar a una mal distribución crítica de la mezcla en los cilindros. Si la volatilidad es muy alta, el combustible puede vaporizarse en el tanque de combustible dando pérdidas por ventilación.

Entonces esta variable se usa para determinar la presencia de sustancias volátiles en una muestra de combustible.

d. Punto de humeo

Se define como la máxima altura, en milímetros, que puede alcanzar la llama de una muestra, sin producir humo, y es una forma indirecta de determinar el contenido de hidrocarburos aromáticos presente en un combustible.

La calidad de combustión es una función de la composición de los hidrocarburos del combustible. Los hidrocarburos alifáticos tienen excelentes propiedades de quemado, en contraste con los aromáticos, particularmente los polímeros pesados. Los naftalenos tienen características intermedias de combustión que están más cercanas a los hidrocarburos alifáticos.

A mayor cantidad de hidrocarburos aromáticos presentes en un combustible, éste produce más humo al quemarse y su poder calorífico es menor, por lo que el motor que lo use será menos estable.

e. Índice de cetano

El índice de cetano es un estimado del número de cetano de combustibles diesel, que se obtiene a partir de la gravedad API y el punto medio de ebullición, ya sea por fórmula o por nomograma.

El índice de cetano no es un método opcional para expresar el número de cetano. Es una herramienta suplementaria para predecir el número de cetano cuando se usa con las debidas consideraciones por sus limitaciones, y cuando no se dispone de motores, equipo especial, tiempo ni dinero requerido.

Número de cetano: En el funcionamiento de los motores diesel se presenta el problema de combustión incontrolada e ineficiente. Para aliviar este problema es deseable limitar el retardo de la ignición del combustible a un mínimo.

f. Contenido de azufre

Es la cantidad de azufre total presente en una muestra como azufre elemental y expresado en porcentaje en masa.

Esta determinación cuantitativa de azufre es una indicación de las tendencias de corrosión del combustible en sus productos de combustión.

El azufre puede estar presente en un número de formas diferentes como mercaptanos, sulfuros, disulfuros, compuestos heterocíclicos, y tiofenos. Todos los cuales afectan como desgaste y depósitos.

El azufre activo en el combustible tiende a atacar y corroer los componentes del sistema de inyección. Los compuestos de azufre también provocan depósitos en la cámara de combustión y el sistema de inyección.

g. Viscosidad

La prueba de la viscosidad cinemática es una medida de la resistencia de los líquidos a fluir. Esta se mide generalmente registrando el tiempo requerido para que un volumen dado de combustible a temperatura constante fluya a través de un pequeño orificio de dimensiones estándar. Lo que desea saberse realmente es qué tan espeso es un líquido.

La viscosidad del diesel es importante saberla primeramente debido a su efecto en el manejo del combustible por las bombas y el sistema de inyección.

La viscosidad del combustible tiene una gran influencia en la forma de su esparcimiento. Altas viscosidades pueden causar pobre atomización, mucho goteo, y alta penetración de spray. Con altas viscosidades el ahorro tiende a ser una corriente sólida en lugar de un spray en pequeñas gotas. Como resultado, el combustible no es distribuido en o mezclado con el aire requerido para el quemado, Ello resulta en una pobre combustión, acompañada por pérdida del poder de salida y baja de la economía. En máquinas pequeñas el combustible esparcido puede chocar sobre las paredes del cilindro, lavar la capa de aceite lubricante y diluir el aceite del carter. Este contribuye al desgaste excesivo.

h. Puntos de destilación

Un punto de destilación es la temperatura a la cual ha ocurrido un porcentaje de destilación de una muestra determinada. Dado que los combustibles son mezclas de hidrocarburos, estos no tienen un punto de destilado singular, su tendencia a vaporizarse es característica por la determinación de una serie de temperaturas a las cuales varios porcentajes de evaporación tienen lugar. Se usan entonces las temperaturas a las cuales ocurre la evaporación del 10, 50, 90% y al final para caracterizar la volatilidad de los combustibles.

Si un combustible es calentado gradualmente, altas proporciones de componentes con bajo punto de ebullición se vaporizan primero y siguen las de mayor punto de ebullición conforme aumenta la temperatura.

En general, los puntos de destilación son especificados para asegurar que un combustible balanceado apropiadamente es suplido sin una proporción indebida de fracciones ligeras o pesadas.

i. Residuo de destilado

Es la cantidad, expresada en porcentaje en volumen, de sustancia que no se evapora bajo ciertas condiciones, al terminar el proceso de destilación.

En la destilación, al inicio evaporan los hidrocarburos menos pesados, luego los de mayor peso. Finalmente los que no evaporan son los más pesados.

2.4 Investigación de operaciones

La toma de decisiones es un proceso que se inicia cuando una persona observa un problema y determina que es necesario resolverlo procediendo a definirlo, a formular un objetivo, reconocer las limitaciones o restricciones, a generar alternativas de solución y evaluarlas hasta seleccionar la que le parece mejor, este proceso puede ser cualitativo o cuantitativo.

El enfoque cualitativo se basa en la experiencia y el juicio personal, las habilidades necesarias en este enfoque son inherentes en la persona y aumentan con la práctica. En muchas ocasiones este proceso basta para tomar buenas decisiones. El enfoque cuantitativo requiere habilidades que se obtienen del estudio de herramientas matemáticas que le permitan a la persona mejorar su efectividad en la toma de decisiones. Este enfoque es útil cuando no se tiene experiencia con problemas similares o cuando el problema es tan complejo o importante que requiere de un análisis exhaustivo para tener mayor posibilidad de elegir la mejor solución.

La investigación de operaciones proporciona a los tomadores de decisiones bases cuantitativas para seleccionar las mejores decisiones y permite elevar su habilidad para hacer planes a futuro.

En el ambiente socioeconómico actual altamente competitivo y complejo, los métodos tradicionales de toma de decisiones se han vuelto inoperantes e inadmisibles ya que los responsables de dirigir las actividades de las empresas e instituciones se enfrentan a situaciones complicadas y cambiantes con rapidez que requieren de soluciones creativas y prácticas apoyadas en una base cuantitativa sólida.

En organizaciones grandes se hace necesario que el tomador de decisiones tenga un conocimiento básico de las herramientas cuantitativas que utilizan los especialistas para poder trabajar en forma estrecha con ellos y ser receptivos a las soluciones y recomendaciones que se le presenten.

En organizaciones pequeñas puede darse que el tomador de decisiones domine las herramientas cuantitativas y él mismo las aplique para apoyarse en ellas y así tomar sus decisiones.

Desde al advenimiento de la Revolución Industrial, el mundo ha sido testigo de un crecimiento sin precedentes en el tamaño y la complejidad de las organizaciones. Los pequeños talleres artesanales se convirtieron en las corporaciones actuales de miles de millones de pesos. Una parte integral de este cambio revolucionario fue el gran aumento en la división del trabajo y en la separación de las responsabilidades administrativas en estas organizaciones. Los resultados han sido espectaculares. Sin embargo, junto con los beneficios, el aumento en el grado de especialización creó nuevos problemas que ocurren hasta la fecha en muchas empresas. Uno de estos problemas es la tendencia de muchas de las componentes de una organización a convertirse en imperios relativamente autónomos, con sus propias metas y sistemas de valores, perdiendo con esto la visión de la forma en que encajan sus actividades y objetivos con los de toda la organización. Lo que es mejor para una componente, puede ir en detrimento de otra, de manera que pueden terminar trabajando con objetivos opuestos. Un problema relacionado con esto es que, conforme la complejidad y la especialización crecen, se vuelve más difícil asignar los recursos disponibles a las diferentes actividades de la manera más eficaz para la organización como un todo.

2.4.1 Conceptos básicos

- a. Una organización es un sistema formado por componentes que se interaccionan, unas de estas interacciones pueden ser controladas y otras no.
- b. En un sistema la información es una parte fundamental, ya que entre las componentes fluye información que ocasiona la interacción entre ellas. También dentro de la estructura de los sistemas se encuentran recursos que generan interacciones. Los objetivos de la organización se refieren a la eficacia y eficiencia con que las componentes pueden controlarse, el

control es un mecanismo de autocorrección del sistema que permite evaluar los resultados en términos de los objetivos establecidos.

- c. La complejidad de los problemas que se presentan en las organizaciones ya no encajan en una sola disciplina del conocimiento, se han convertido en multidisciplinario por lo cual para su análisis y solución se requieren grupos compuestos por especialistas de diferentes áreas del conocimiento que logran comunicarse con un lenguaje común.
- d. La investigación de operaciones es la aplicación de la metodología científica a través modelos matemáticos, primero para representar al problema y luego para resolverlo. La definición de la sociedad de investigación de operaciones de la Gran Bretaña es la siguiente:
- e. La investigación de operaciones es el ataque de la ciencia moderna a los complejos problemas que surgen en la dirección y en la administración de grandes sistemas de hombres, máquinas, materiales y dinero, en la industria, en los negocios, en el gobierno y en la defensa. Su actitud diferencial consiste en desarrollar un modelo científico del sistema tal, que incorpore valoraciones de factores como el azar y el riesgo y mediante el cual se predigan y comparen los resultados de decisiones, estrategias o controles alternativos. Su propósito es el de ayudar a la gerencia a determinar científicamente sus políticas y acciones.

2.5 Equipo de medición

Son las principales herramientas de trabajo en el departamento de fiscalización, la correcta operación de estos, marcará grandes resultados en el cumplimiento de las funciones que el departamento tiene a su cargo.

2.5.1 Equipos de medición de productos derivados del petróleo

Los equipos de mayor importancia en el Departamento de Fiscalización Técnica son: el inversor de voltaje, báscula electrónica de verificación, medidor volumétrico de combustible, analizador electrónico portátil de octanaje y cetano, sistema de posicionamiento global.

2.5.1.1 Inversor

También llamado ondulator, es un circuito utilizado para convertir corriente continua en corriente alterna. La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente directa a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por los técnicos del departamento de fiscalización técnica. Ver figura 5.

Figura 5. **Inversor**



Fuente: www.dintersa.com

2.5.1.2 Báscula electrónica de verificación

El Departamento de Fiscalización Técnica cuenta con básculas de diferentes tipos (mecánicas y eléctricas) y marcas. Las más utilizadas en la actualidad son las básculas eléctricas debido a su mayor exactitud en mediciones de cilindros de gas licuado de petróleo.

Las básculas son de fácil uso, la plataforma esta al ras del suelo, y permiten pesar de forma rápida en los expendios de gas.

Las básculas tienen un alcance máximo de 150Kg / 300lb, y un mínimo de 25g / 0.05lb. El área de recepción de carga es de 330 x 450 mm. Este tipo de báscula se muestra en la figura 6.

Figura 6. **Báscula**



Fuente: www.basculasrevuelta.com.mx

2.5.1.3 Medidor volumétrico de combustible

Es un equipo útil para verificar la cantidad de combustible líquido que despachan las estaciones de servicio, diesel o gasolina, a nivel nacional. Marca Seraphin, con 5 galones de capacidad, modelo E3.

Estos equipos son de alta precisión, y muy buena calidad, están hechos de acero inoxidable.

Los equipos son llenados con 5 galones de combustible, comprobando en la barra indicadora la cantidad de combustible despachado. Estos pueden tener hasta 3 pulgadas cúbicas de captación de lo contrario se recomienda la calibración de la unidad de despacho de combustible. Ver figura 7.

Figura 7. **Seraphin**



Fuente: www.seraphinusa.com

2.5.1.4 Analizador electrónico portátil de octanaje y cetano

El analizador con el que cuenta el departamento de fiscalización técnica, es utilizado para comprobar la calidad de los combustibles que despachan las estaciones de servicio de todo el país de Guatemala. Es marca Zeltex modelo 101C, puede medir el octanaje de las gasolinas super y regular, y el cetano del combustible diesel. Ver figura 8.

Figura 8. Analizador de octanaje

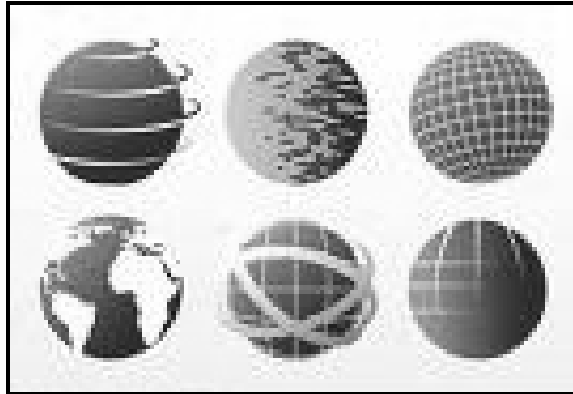


Fuente: www.zeltex.com

2.5.1.5 Sistema de Posicionamiento Global –GPS-

El Departamento de Fiscalización Técnica cuenta con equipo de posicionamiento global, con el que pueden medir distancias en las rutas de inspección, posicionamiento de los expendios y estaciones de servicio. Ver figura 9.

Figura 9. **GPS**



Fuente: www.garmin.com

3. SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE FISCALIZACIÓN TÉCNICA

3.1 Diagnóstico general del Departamento de Fiscalización Técnica

Antes de entrar al desarrollo de la propuesta del programa se debe realizar un diagnóstico para saber cuál es la situación actual del Departamento de Fiscalización Técnica con respecto a su problema principal para lo cual existen varias herramientas de Ingeniería que facilitan la evaluación y dan una visión más amplia del problema. Uno de estos diagramas es el diagrama de causa y efecto o diagrama Ishikawa.

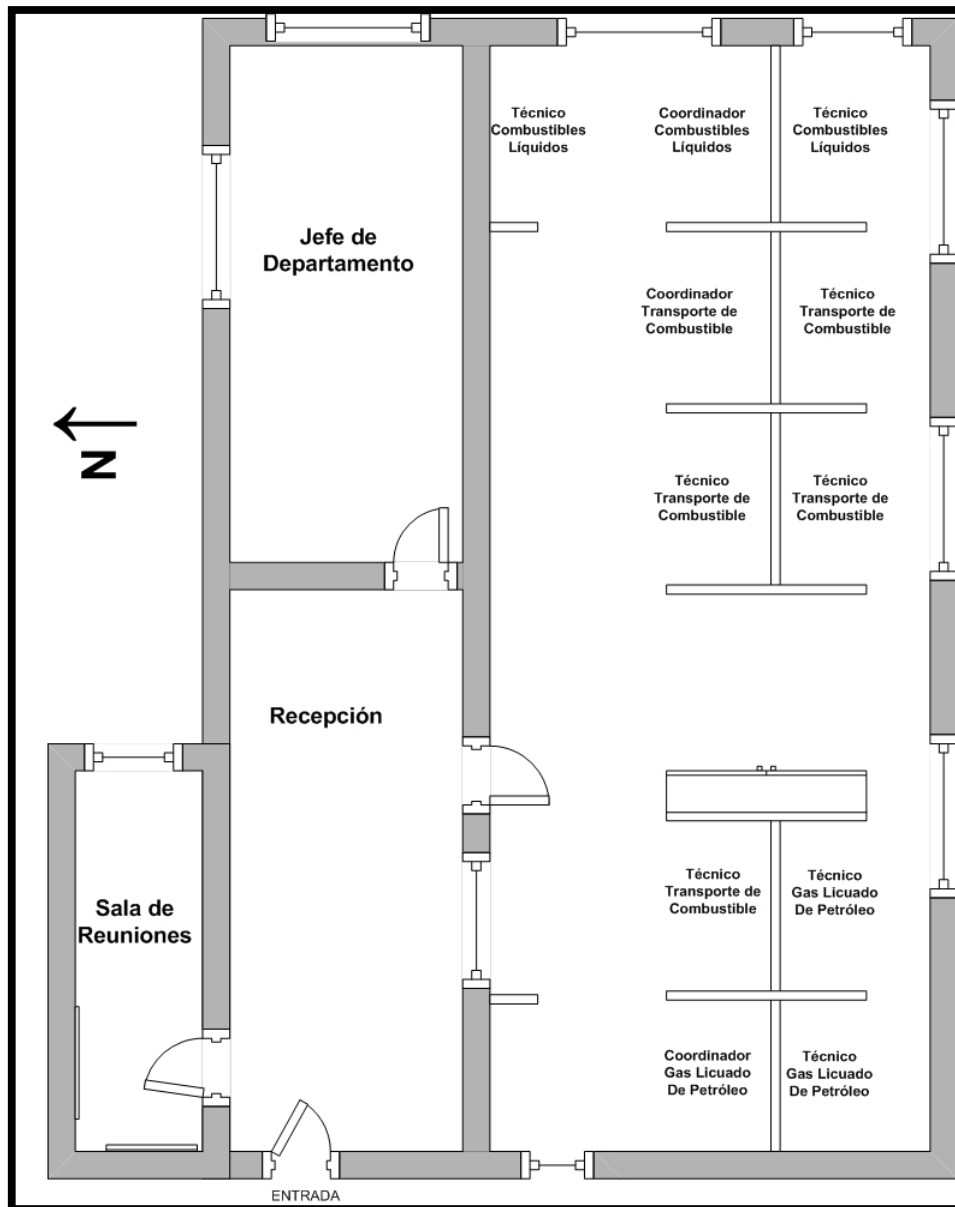
Se desarrolló un análisis por medio de la observación directa en el cual se determinaron las condiciones físicas de los equipos de verificación: básculas, medidores volumétricos, analizador portátil de octanaje y cetano, sistema de posicionamiento global, inversor. Para efectuar este análisis se llevó a cabo un monitoreo constante de tres aspectos en los equipos como lo son apariencia, operación y seguridad. El estado de los equipos se determinó con base a una tabla específica que contiene la clasificación de cada uno de los estados en que pudiera encontrarse el equipo. La tabla I desarrollada con fines prácticos para determinar el estado. Ver tabla I.

Tabla I. **Clasificación de las condiciones de deterioro de un equipo**

ASPECTO A OBSERVAR	ESTADO DEL EQUIPO
Apariencia	<p>Excelente: Equipo que se encuentra en excelentes condiciones por su corto tiempo de uso, sus condiciones son relativamente nuevas.</p> <p>Normal: Equipo que se encuentra relativamente sucio con algunos síntomas de corrosión, fisuras o golpes.</p> <p>Regular: Equipo que se encuentra sucio, con síntomas de corrosión, fisuras o golpes.</p> <p>Deteriorada: Equipo: Equipo que presenta síntomas avanzados de deterioro, desgaste, golpes o fisuras.</p>
Operación	<p>Normal: El equipo opera bajo condiciones óptimas de operación sin presentar ninguna anomalía o defecto, poco tiempo de haber sido calibrado.</p> <p>Utilizable con problemas: El equipo opera irregularmente, cuenta con algún defecto específico que le permite operar pero no al cien por ciento.</p> <p>Reparación necesaria: Equipo que necesita una recalibración, piezas de recambio para su puesta en marcha.</p> <p>Equipo obsoleto o inutilizable: Equipo que se encuentra en completo abandono debido a que existen equipos más modernos en el departamento.</p>
Seguridad	<p>Confiable: Equipo que no representa ningún peligro bajo condiciones normales de operación por que se encuentra en perfecto estado.</p> <p>Relativamente confiable: Equipo relativamente confiable cuya condición de operación no represente un peligro constante para el área de trabajo pero si grado de riesgo.</p> <p>Inseguro: Equipo que representa un riesgo constante de accidente en su área de trabajo, muestra condiciones anormales de operación y avanzadas de deterioro.</p>

Los equipos están distribuidos en dos secciones, gas licuado de petróleo y combustibles líquidos, y no existe personal dedicado de lleno a la tarea del mantenimiento por tal motivo no se lleva un control adecuado del estado de los equipos. En la figura 10 se muestra el diagrama de ubicación actual de los equipos.

Figura 10. Diagrama de ubicación actual del equipo



En la figura 10, se observa, que los equipos están distribuidos por secciones y esto causa problemas en el control de los mismos.

3.1.1 Sección de gas licuado de petróleo (GLP)

La situación actual de la sección de gas licuado de petróleo con respecto a las fallas recurrentes del equipo se presenta en forma gráfica a través de un diagrama causa y efecto, así también el análisis efectuado sobre los equipos de la sección, el personal por orden de jerarquía se divide en coordinador y técnicos.

3.1.1.1 Diagrama causa y efecto

Para entender mejor la situación actual de la sección de gas licuado de petróleo con respecto a las fallas recurrentes del equipo se representará en forma gráfica el diagrama causa y efecto. El cual se obtuvo mediante una encuesta realizada a los coordinadores y técnicos de la sección, dicha encuesta se muestra a continuación en la figura 11.

Figura 11. Encuesta

Departamento: Fiscalización Técnica
Período: Septiembre 2007 - Enero 2008
Encuesta: "Incorrectas mediciones en los equipos del Departamento de Fiscalización Técnica"

1. ¿A qué sección del departamento pertenece?
Combustibles líquidos Gas Licuado de Petróleo Transporte de
Combustible

2. ¿Cuál puesto desempeña en su sección?
Coordinador Técnico

3. ¿Cuál cree que sea la causa de las incorrectas mediciones de los equipos?

4. ¿Cree usted que las empresas que ejecutan la calibración de los equipos son la causa de los errores en las mediciones?
Si No
¿Por qué? _____

5. ¿Cree usted que los métodos de trabajo son la causa de los errores en las mediciones de los equipos?
Si No
¿Por qué? _____

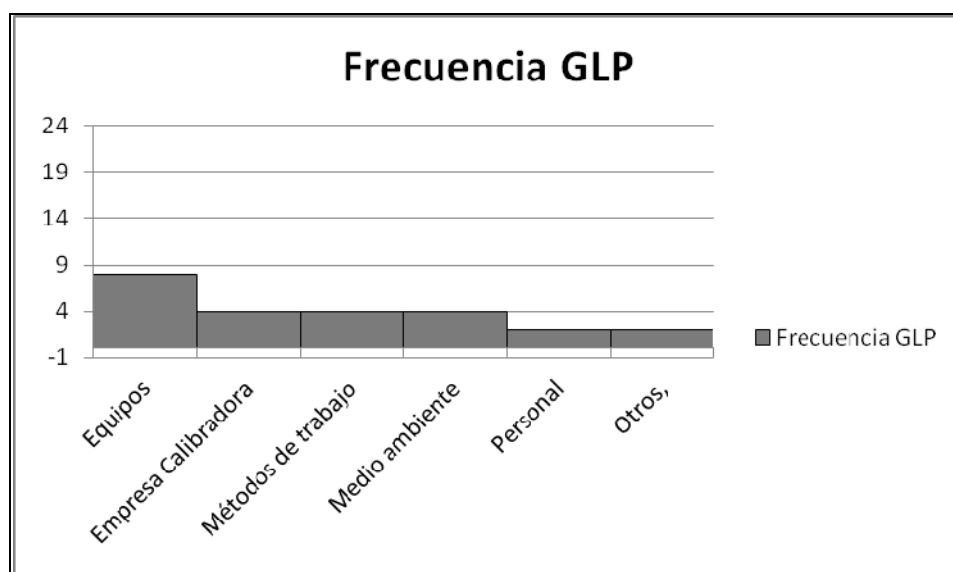
6. ¿Cree usted que el personal es la causa de los errores en las mediciones de los equipos?
Si No
¿Por qué? _____

7. ¿Cree usted que el medio ambiente es la causa de los errores en las mediciones de los equipos?
Si No
¿Por qué? _____

8. ¿Las causas de las mediciones se encuentran únicamente en los equipos?
Si No
¿Por qué? _____

El diagrama de barras, a continuación representa la frecuencia de las cuasas que originan las malas mediciones de los equipos de la sección antes mencionada. Figura 12.

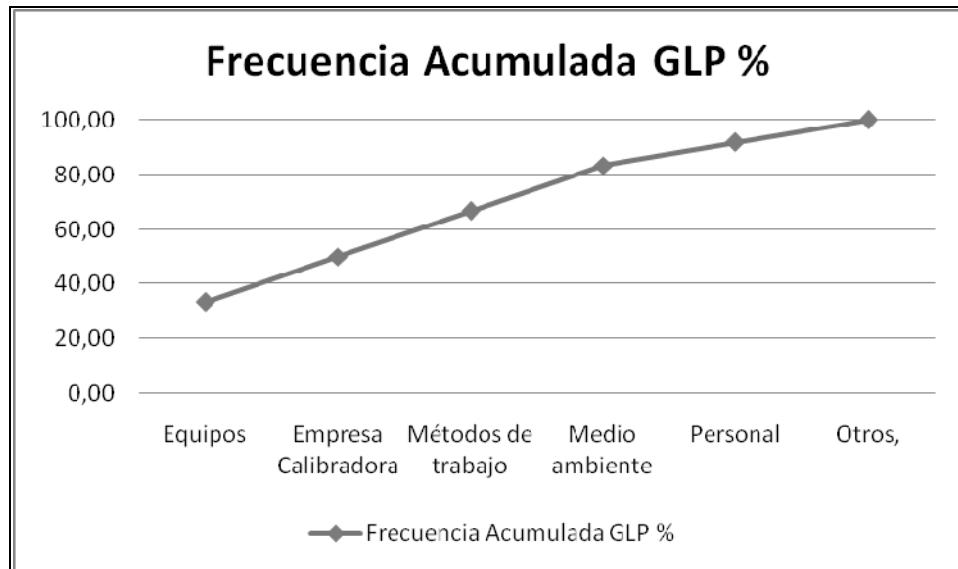
Figura 12. **Gráfico de frecuencia de causas de GLP**



Los resultados obtenidos se interpretan de la siguiente manera: 8 para equipos, 4 para empresa calibradora, 4 métodos de trabajo, 4 medio ambiente, 2 personal del área, 2 otros.

La figura a continuación representa la frecuencia acumulada porcentual en un diagrama de línea de tendencia. Figura 13.

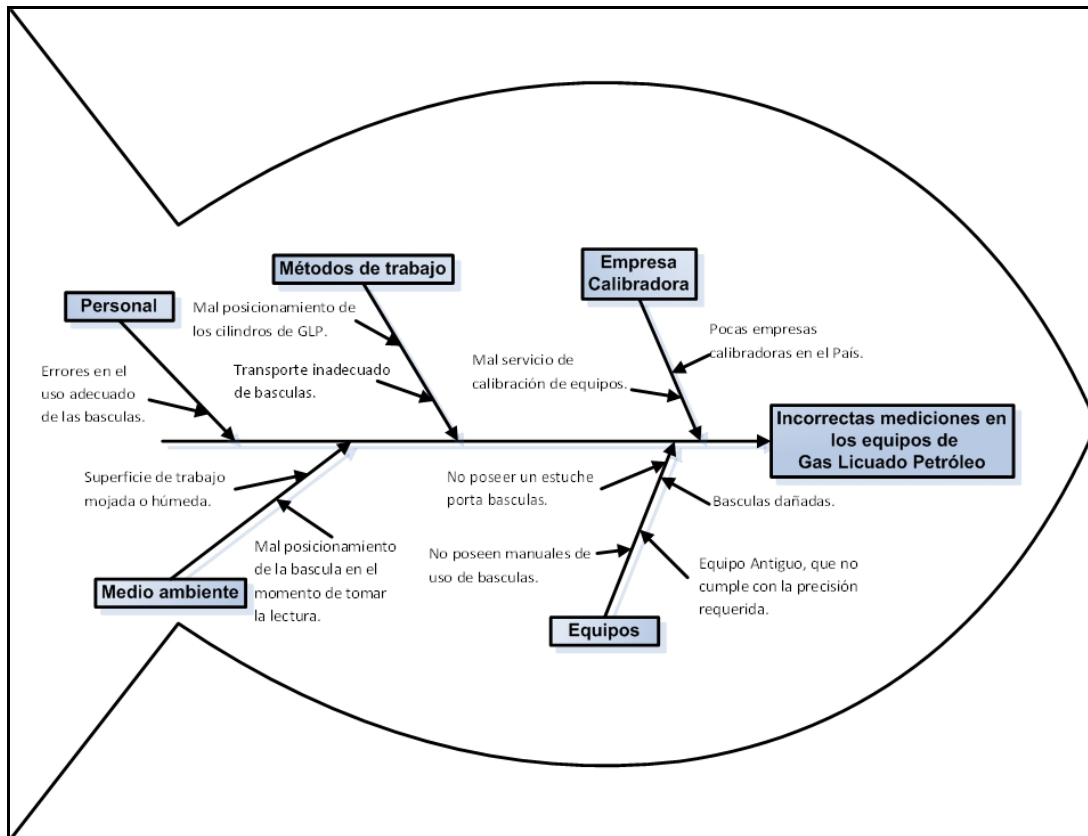
Figura 13. Gráfico de frecuencia acumulada porcentual GLP



En este gráfico se ordena la frecuencia acumulada porcentual, de mayor a menor, de izquierda a derecha. Dando como resultado que las causas de las malas mediciones se encuentran en mayor porcentaje en los equipos.

Se representa a continuación el diagrama cuasa y efecto, con el afán de representar de forma gráfica las causas de las incorrectas mediciones de los equipos de la sección gas licuado de petróleo –GLP-. Figura 14.

Figura 14. Diagrama causa y efecto GLP



3.1.1.2 Personal del área

El personal por orden de jerarquía se divide en coordinador de gas licuado de petróleo y técnicos de gas licuado de petróleo. Dentro de las funciones del coordinador y los técnicos, no existe alguna que los comprometa a darles mantenimiento preventivo a los equipos, por lo tanto no llevan un control adecuado del estado de los equipos.

a. Coordinador gas licuado de petróleo

Tiene a su cargo coordinar a los técnicos de la sección, así como el registro de los volúmenes de cilindros autorizados para comercialización, la verificación de las instalaciones de despacho de cilindros, autorización de nuevas plantas, autorización de importaciones y exportaciones de cilindros.

b. Técnicos gas licuado de petróleo

Los técnicos tienen a su cargo:

- Verificación de cantidad de gas licuado de petróleo envasada en cilindros en plantas de envasado.
- Verificación de medidas de seguridad en plantas de envasado de gas licuado de petróleo.
- Verificación de medidas de seguridad en expendios de gas licuado de petróleo.
- Verificación de cantidad de gas licuado de petróleo envasada en cilindros en expendios.
- Verificar el cumplimiento de especificaciones de seguridad en los cilindros metálicos fabricados localmente o importados.

c. Problemas encontrados

Con base al diagrama Ishikawa se encontraron las posibles causas de las malas mediciones o fallas de los equipos en función del personal se deben a:

- Errores en el uso adecuado de los equipos.
- Superficie de trabajo mojada o húmeda.

- Mal posicionamiento de los cilindros de GLP.
- Transporte inadecuado de las básculas.
- Mal posicionamiento de la báscula en el momento de tomar la lectura.
- El personal no cuenta con hojas de control de -168 registros de equipos (Descripción de actividades de mantenimiento, plan de mantenimiento, solicitud de repuestos, entre otros).

3.1.1.3 Jornadas de trabajo existentes

La jornada de trabajo diurna de lunes a viernes en horario de 08:00 a 16:00 horas. Existen excepciones de la jornada, en el momento de ejecutar comisiones de inspección de expendios de gas licuado de petróleo en el interior de la república de Guatemala.

3.1.1.4 Estado actual del equipo

Los equipos de la sección de gas licuado de petróleo son de vital importancia para la verificación de los cilindros en los expendios de gas a nivel nacional.

El análisis efectuado sobre los equipos de la sección siguiendo la metodología de monitoreo y observación continua de tres parámetros como lo son operación, apariencia y seguridad proyectó los resultados de la tabla II.

Estos resultados fueron obtenidos de acuerdo a la clasificación mostrada en la tabla I de este documento.

Tabla II. Estado de los equipos GLP

EQUIPO	ESTADO DEL EQUIPO
Básculas de verificación	Apariencia: normal. Operación: normal. Seguridad: confiable.
Sistema de Posicionamiento Global -GPS-	Apariencia: normal. Operación: normal. Seguridad: confiable.

En el momento de realizar el estudio los equipos de la sección presentaban condiciones de apariencia normal, operación normal, seguridad confiable, esto debido que había transcurrido un corto tiempo desde la última calibración.

Una de las básculas con que cuenta el Departamento de Fiscalización Técnica se muestra en la fotografía presentada en la figura 15, en ésta se pueden observar algunas de las condiciones mencionadas con anterioridad.

Figura 15. **Báscula Fiscalización Técnica**



Fuente: Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos

El Departamento de Fiscalización Técnica cuenta con equipo de posicionamiento global, con el que pueden medir distancias en las rutas de inspección, posicionamiento de los expendios y estaciones de servicio, en la figura 16 se pueden observar algunas de las condiciones mencionadas anteriormente.

Figura 16. **GPS gas licuado de petróleo**



Fuente: **Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos**

A través del diagrama Ishikawa se nombran algunas de las causas por las cuales se obtienen malas mediciones en función de los equipos:

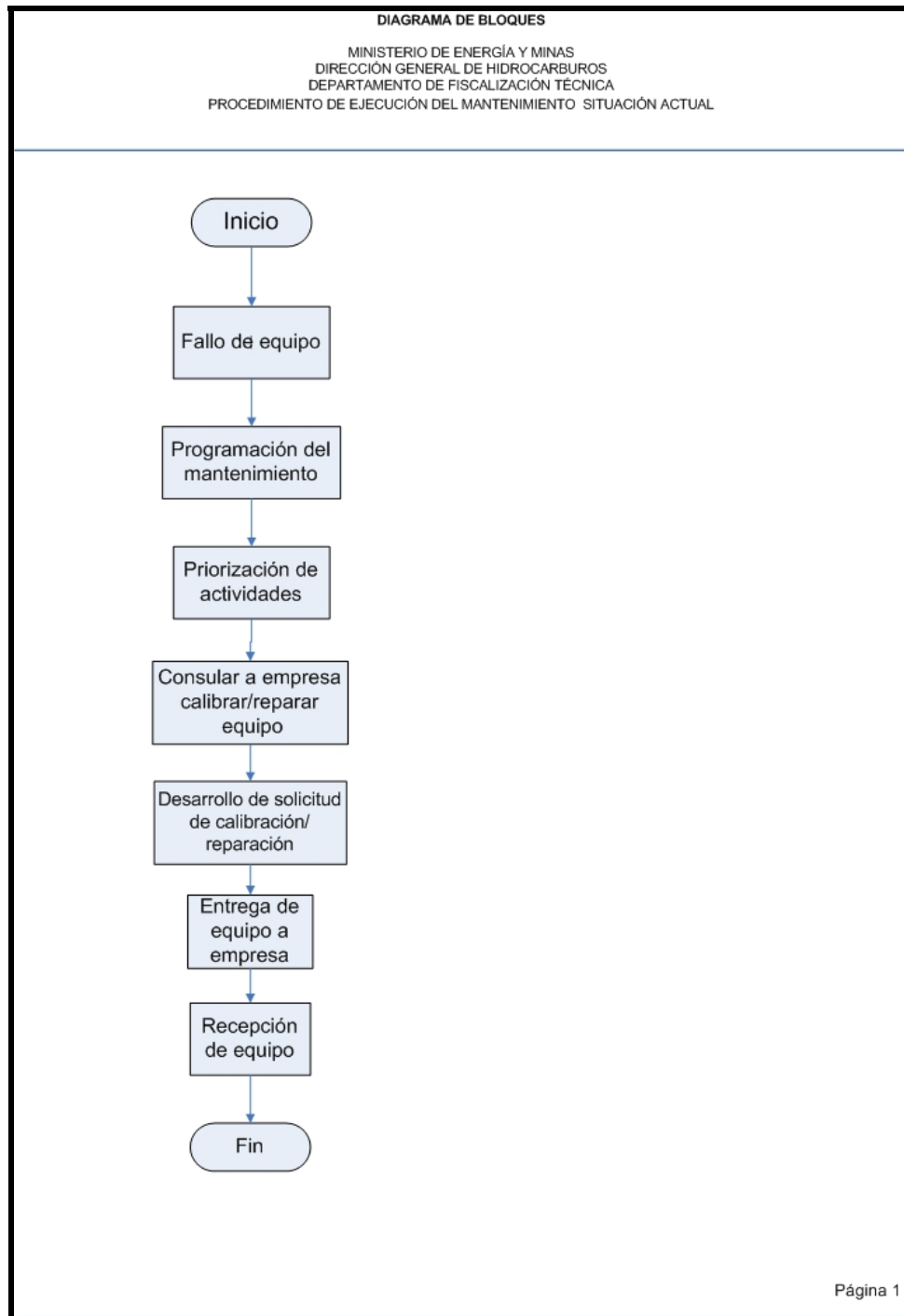
- Mal servicio de calibración de equipos.
- No poseer un estuche porta basculas.
- Pocas empresas calibradoras de equipos de este tipo en el país.
- Básculas dañadas.
- Equipo antiguo que no cumple con la precisión requerida.

3.1.1.5 Diagnóstico del mantenimiento

El análisis efectuado sobre los equipos de la sección gas licuado de petróleo en conclusión con el diagrama Ishikawa (diagrama de pescado), los procedimientos de mantenimiento y calibración que se llevan a cabo son:

- Procedimientos de mantenimiento preventivo no existentes: El mantenimiento preventivo efectuado en los equipos es escaso, en realidad, no es el óptimo para garantizar su funcionamiento y disponibilidad.
- Manuales de mantenimiento/usuario no existentes: El hecho de no poseer manuales de mantenimiento y de usuario, forma parte de las causas de los problemas de mala lectura en los equipos de esta sección.
- Calibraciones programadas: Conlleva que se realicen paros por mantenimiento de equipo en tiempo y forma oportuna. Esto previene que el equipo realice malas lecturas, en el momento de verificar expendios de gas licuado de petróleo.
- La falta de controles de mantenimiento dificulta grandemente la planificación que lleva a cabo el departamento. Actualmente el departamento de mantenimiento no cuenta con fichas técnicas de registro, mantenimiento, reportes, inventario de equipo que cumpla con objetivos como guardar información técnica del equipo y del mantenimiento efectuado. Omite información importante de los equipos como lo es codificación, modelo, marca, color, número de serie, entre otros datos técnicos. Así como también no guarda un historial del mantenimiento efectuado a los equipos cómo lo es tipo de mantenimiento y tiempo empleado que es vital para llevar un registro completo. La ejecución del mantenimiento es llevada a cabo por los técnicos de la sección. Ver figura 17.

Figura 17. Flujo de ejecución del mantenimiento actual Gas Licuado de
Petróleo



3.1.2 Sección de combustibles líquidos

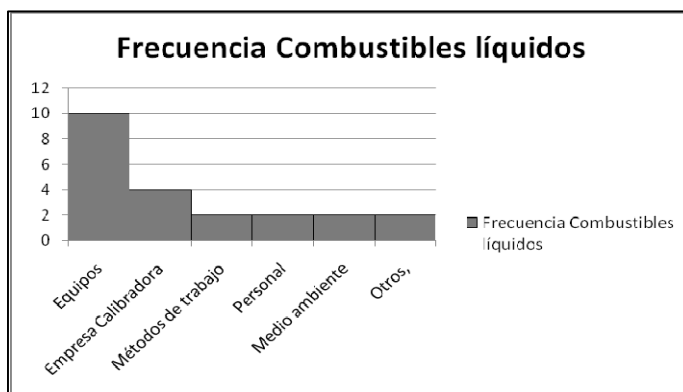
La situación actual de la sección de combustibles líquidos con respecto a las fallas recurrentes del equipo se presenta en forma gráfica a través de un diagrama causa y efecto, así también se presenta el análisis efectuado sobre los equipos de la sección, el personal por orden de jerarquía se divide en coordinador y técnicos.

3.1.2.1 Diagrama causa y efecto

Para poder entender mejor la situación actual de la sección de gas licuado de petróleo con respecto a las fallas recurrentes del equipo se representará en forma gráfica el diagrama causa y efecto. El cual se obtuvo mediante una encuesta realizada a los coordinadores y técnicos de la sección, dicha encuesta se muestra en el inciso 3.1.1.1 figura 11.

El diagrama de barras a continuación, representa la frecuencia de las causas que originan las malas mediciones de los equipos de la sección antes mencionada. Ver figura 18.

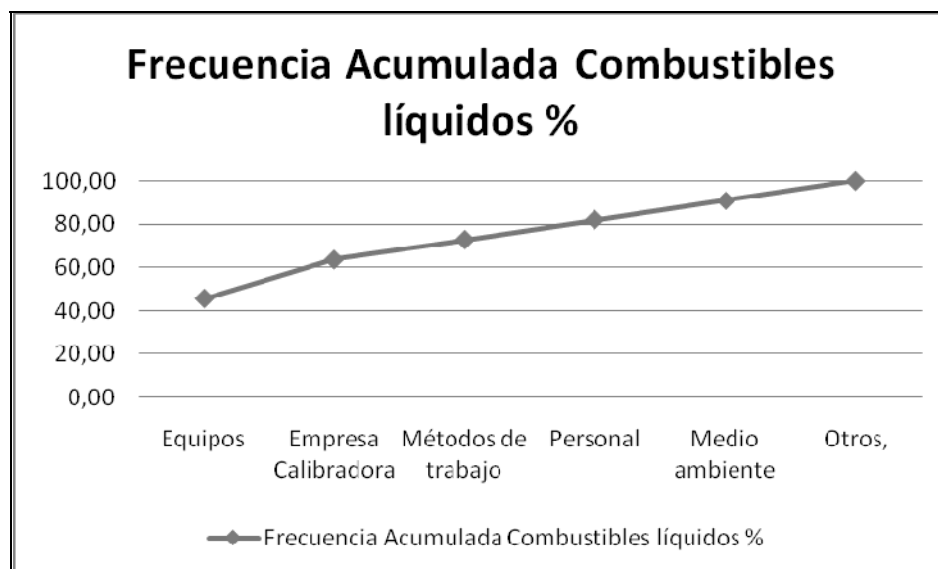
Figura 18. **Gráfico de frecuencia de causas de combustibles líquidos**



Los resultados obtenidos se interpretan de la siguiente manera: 10 para equipos, 4 para empresa calibradora, 2 métodos de trabajo, 2 medio ambiente, 2 personal del área, 2 otros.

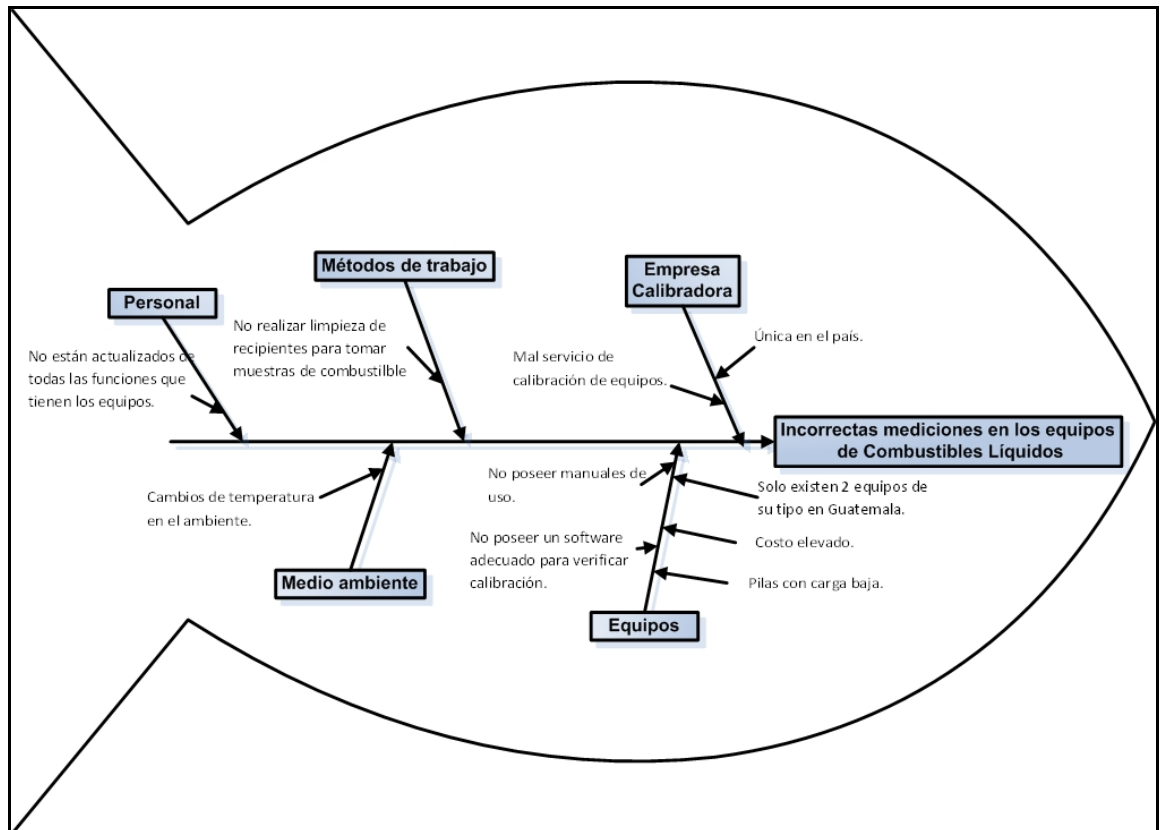
La figura a continuación representa la frecuencia acumulada porcentual en un diagrama de línea de tendencia. Figura 19.

Figura 19. **Gráfico de frecuencia acumulada porcentual de combustibles líquidos**



Se representa a continuación el diagrama cuasa y efecto, con el afán de entender mejor la situación de la combustibles líquidos. Figura 20.

Figura 20. Diagrama causa y efecto combustibles líquidos



A través del diagrama causa y efecto se nombran algunas de las posibles causas, por las cuales se obtienen malas mediciones en función de los equipos:

- No poseer manuales de uso.
- No poseer un software adecuado para verificar la calibración.
- Solo existen dos equipos de su tipo en el país de Guatemala.
- Costo elevado.
- Pilas con carga baja en el momento de efectuar la medición.

3.1.2.2 Personal del área

El personal por orden de jerarquía se divide en coordinador de combustibles líquidos y técnicos de combustibles líquidos. Dentro de las funciones del coordinador y los técnicos, no les corresponde según sus funciones el darles mantenimiento preventivo a los equipos, por lo tanto el equipo queda sin mantenimiento alguno. Las funciones del coordinador y los técnicos se muestran a continuación.

a. Coordinador combustibles líquidos

Tiene a su cargo coordinar a los técnicos de la sección, así como la ejecución de informes para el jefe del departamento, la verificación de cantidad de despacho de productos petroleros en estaciones de servicio, medidas de seguridad industrial y ambiental, entre otras actividades.

b. Técnicos combustibles líquidos

Los técnicos tienen a su cargo:

- Verificación volumétrica de productos despachados en estación de servicio.
- Vigilancia del cumplimiento de especificaciones de calidad de productos despachados en estaciones de servicio.
- Verificación de medidas de seguridad en estaciones de servicio.
- Vigilancia del cumplimiento de especificaciones de calidad de productos despachados en terminales de almacenamiento.
- Vigilar que los equipos de despacho de productos petroleros se encuentren debidamente calibrados.

- Atender denuncias relacionadas con la calidad, cantidad despachada y medidas de seguridad.
- Verificar la calidad y cantidad despachada de combustibles alternos autorizados por la dirección, tales como alcohol carburante y bio-diesel.

c. Problemas encontrados

Con base al diagrama causa y efecto se encontraron las posibles causas de las malas mediciones o fallas de los equipos en función del personal se deben a:

- El personal no está actualizado de todas las funciones que poseen los equipos.
- No realizar limpieza de recipientes para tomar muestras de combustible.
- Cambios de temperatura en el ambiente, en el momento de tomar la medición.
- Mal servicio de calibración de equipos.
- El personal no cuenta con hojas de control de registros de equipos (Descripción de actividades de mantenimiento, plan de mantenimiento, solicitud de repuestos, entre otros).

3.1.2.3 Jornadas de trabajo existentes

La jornada de trabajo normal es de lunes a viernes en horario de 08:00 a 16:00 horas. Existen excepciones de la jornada, en el momento de ejecutar comisiones de inspección de estaciones de servicio de combustible en el interior de la república de Guatemala.

Comisión: Se realizan comisiones semanalmente de martes a viernes,

abarcando un total de 20 estaciones de servicio por cada ruta a nivel nacional. Ver anexo 1.

3.1.2.4 Estado actual del equipo

Los equipos de la sección de combustibles líquidos son de vital importancia para la verificación de las estaciones de servicio de combustible a nivel nacional.

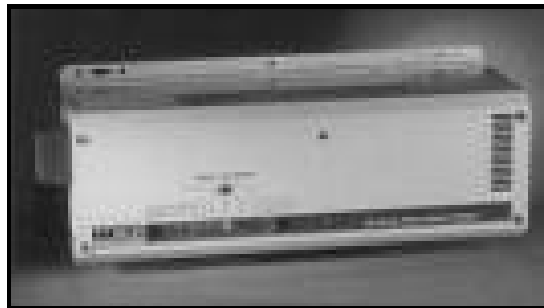
El análisis efectuado sobre los equipos de la sección siguiendo la metodología de monitoreo y observación continua de tres parámetros como lo son operación, apariencia y seguridad proyectó los resultados de la tabla III. Estos resultados, fueron obtenidos de acuerdo a la clasificación mostrada en la tabla I de este documento.

Tabla III. Estado de los equipos de la sección de Combustibles Líquidos

EQUIPO	ESTADO DEL EQUIPO
Inversor	Apariencia: normal. Operación: normal. Seguridad: confiable.
Medidor volumétrico	Apariencia: normal. Operación: normal. Seguridad: confiable.
Sistema de Posicionamiento Global -GPS-	Apariencia: normal. Operación: normal. Seguridad: confiable.
Analizador portátil de octanaje y cetano	Apariencia: normal. Operación: Utilizable con problemas Seguridad: confiable.

El inversor de voltaje es utilizado para transformar el voltaje de entrada de 24 voltios proveniente de dos baterías a un voltaje de salida de 110 voltios. Este equipo tiene una apariencia normal, la forma de operación se considera normal, y la seguridad de operación es confiable. Ver figura 21.

Figura 21. **Inversor fiscalización técnica**



Fuente: **Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos**

Es un equipo útil para verificar la cantidad de combustible líquido que despachan las estaciones de servicio, diesel o gasolina, a nivel nacional. Marca Seraphin, con 5 galones de capacidad, modelo E3. La apariencia actual del equipo es normal, la forma de operación se considera normal, y la seguridad de operación se considera confiable. Ver figura 22.

Figura 22. **Medidor volumétrico fiscalización técnica**



Fuente: **Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos**

El estado del equipo de posicionamiento global se considera en apariencia normal, en operación normal y de seguridad confiable. En la figura 23 se muestran algunas de las condiciones mencionadas con anterioridad.

Figura 23. **GPS fiscalización técnica**



Fuente: **Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos**

El analizador portátil de octanaje y cetano, es un equipo fundamental en la sección de combustibles líquidos, sin embargo no se tiene el cien por ciento de certeza de que sus mediciones sean correctas. Por tal motivo las muestras que no dan una medición correcta son llevadas al laboratorio local en la dirección de hidrocarburos, para comprobar las mediciones. Ver figura 24.

Figura 24. Analizador de octanaje y cetano fiscalización técnica



Fuente: **Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos**

3.1.2.5 Diagnóstico del mantenimiento

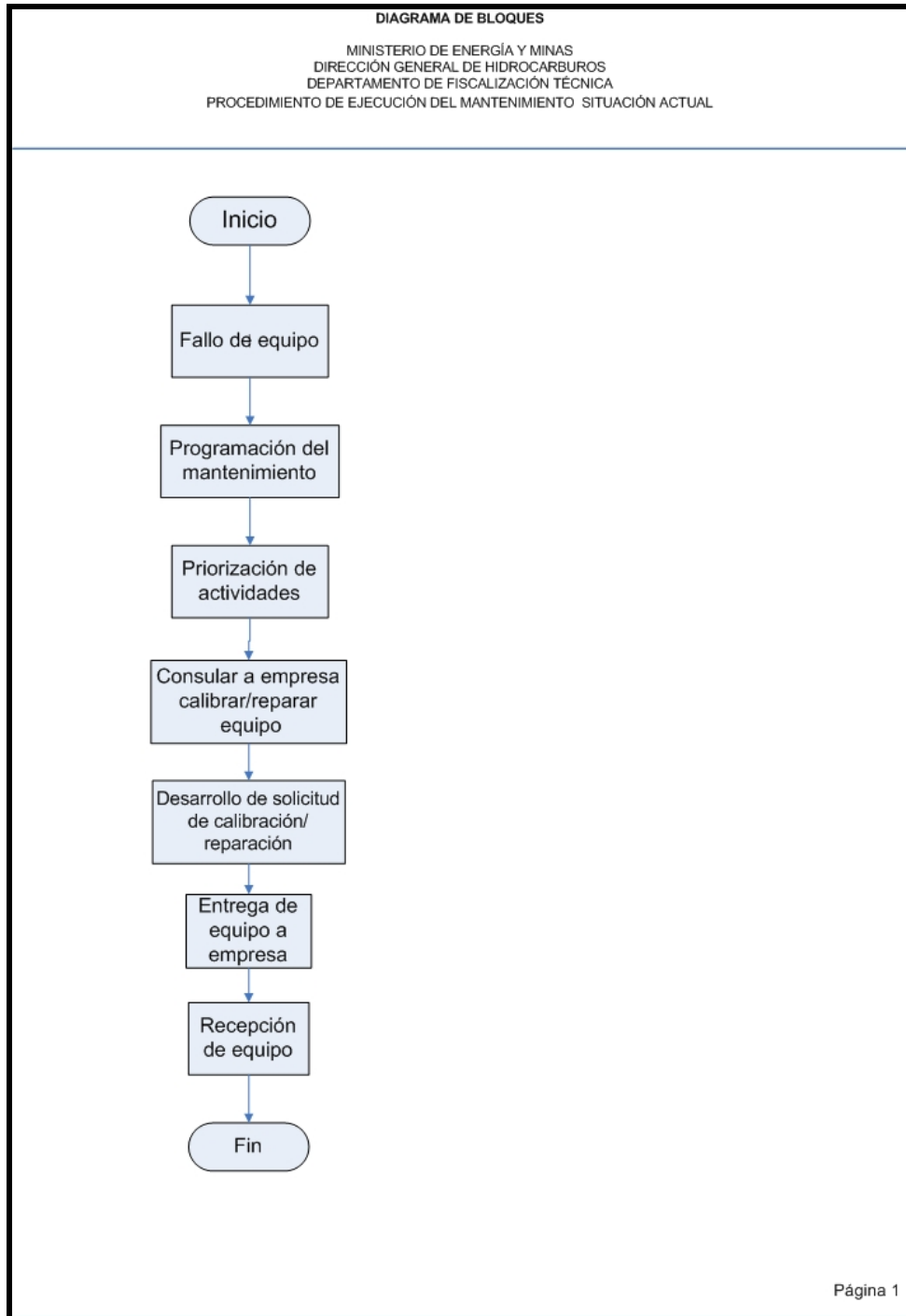
El análisis efectuado sobre los equipos de la sección combustibles líquidos en conclusión con el diagrama de causa y efecto, los procedimientos de mantenimiento y calibración que se llevan a cabo son:

- Procedimientos de mantenimiento preventivo no existentes: El mantenimiento preventivo efectuado en los equipos es escaso, en realidad, no es el óptimo para garantizar su funcionamiento y disponibilidad.

- Manuales de mantenimiento/usuario no existentes: El hecho de no poseer manuales de mantenimiento y de usuario, forma parte de las causas de los problemas de mala lectura en los equipos de esta sección
- Calibraciones programadas: Conlleva que se realicen paros por mantenimiento de equipo en tiempo y forma oportuna. Esto previene que el equipo realice malas lecturas, en el momento de verificar estaciones de servicio de combustible a nivel nacional.
- La falta de controles de mantenimiento dificulta grandemente la planificación que lleva a cabo el departamento. Actualmente el departamento de mantenimiento no cuenta con fichas técnicas de registro, mantenimiento, reportes, inventario de equipo que cumpla con objetivos como guardar información técnica del equipo y del mantenimiento efectuado. Omite información importante de los equipos como lo es codificación, modelo, marca, color, número de serie, entre otros datos técnicos. Así como también no guarda un historial del mantenimiento efectuado a los equipos cómo lo es tipo de mantenimiento y tiempo empleado que es vital para llevar un registro completo.

La ejecución del mantenimiento es llevada a cabo por el técnico de la sección. Ver figura 25.

Figura 25. Flujo de ejecución del mantenimiento actual combustibles
líquidos



3.1.3 Sección de transporte de combustible

La sección de transporte de combustible tiene la peculiaridad que el equipo utilizado para sus operaciones, es facilitado por las secciones de gas licuado de petróleo y combustibles líquidos, además de trabajar en conjunto con empresas certificadoras de transporte de combustible. Llevando el control de las mismas, coordinándolas, analizando y distribuyendo expedientes, así como la elaboración de licencias de operación provisionales, informes trimestrales, entre otros.

Esta sección no presenta fallas en equipos, debido que no tiene la responsabilidad de los mismos, por tal razón se omitió el análisis de los equipos que dicha sección utiliza. Dado que los equipos son facilitados por la sección de gas licuado de petróleo y combustibles líquidos.

3.1.3.1 Personal del área

El personal por orden de jerarquía se divide en coordinador de transporte de combustible y técnicos de transporte de combustible. Entre las funciones del coordinador y los técnicos, no existe alguna que los comprometa a llevar el mantenimiento preventivo a los equipos que les son facilitados por las otras secciones, por lo tanto no llevan un control adecuado del estado de los equipos.

a. Coordinador transporte de combustible

Tiene a su cargo coordinar a los técnicos de la sección, coordinar empresas certificadoras de transporte de combustible, análisis y distribución de expedientes, revisión de documentación, certificación de reportes de calibración, elaboración de licencias provisionales, elaboración de informes trimestrales.

b. Técnicos combustibles líquidos

Los técnicos tienen a su cargo:

- Vigilar que las unidades de transporte operen cumpliendo con la normativa nacional aplicable.
- Vigilar que las unidades de transporte se encuentren debidamente calibradas, en conjunto con las empresas certificadoras de transporte de combustible.
- Recomendar sanciones administrativas por el incumplimiento de la ley de comercialización de hidrocarburos, su reglamento y la normativa aplicable.
- Administrar la base de datos de licencias de transporte emitidas por la dirección.

3.1.3.2 Jornadas de trabajo existentes

La jornada de trabajo diurna es de lunes a viernes en horario de 08:00 a 16:00 horas. Existen excepciones de la jornada, en el momento de ejecutar comisiones de inspección de estaciones de servicio de combustible en el interior de la república de Guatemala.

4. PROPUESTA DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE FISCALIZACIÓN TÉCNICA

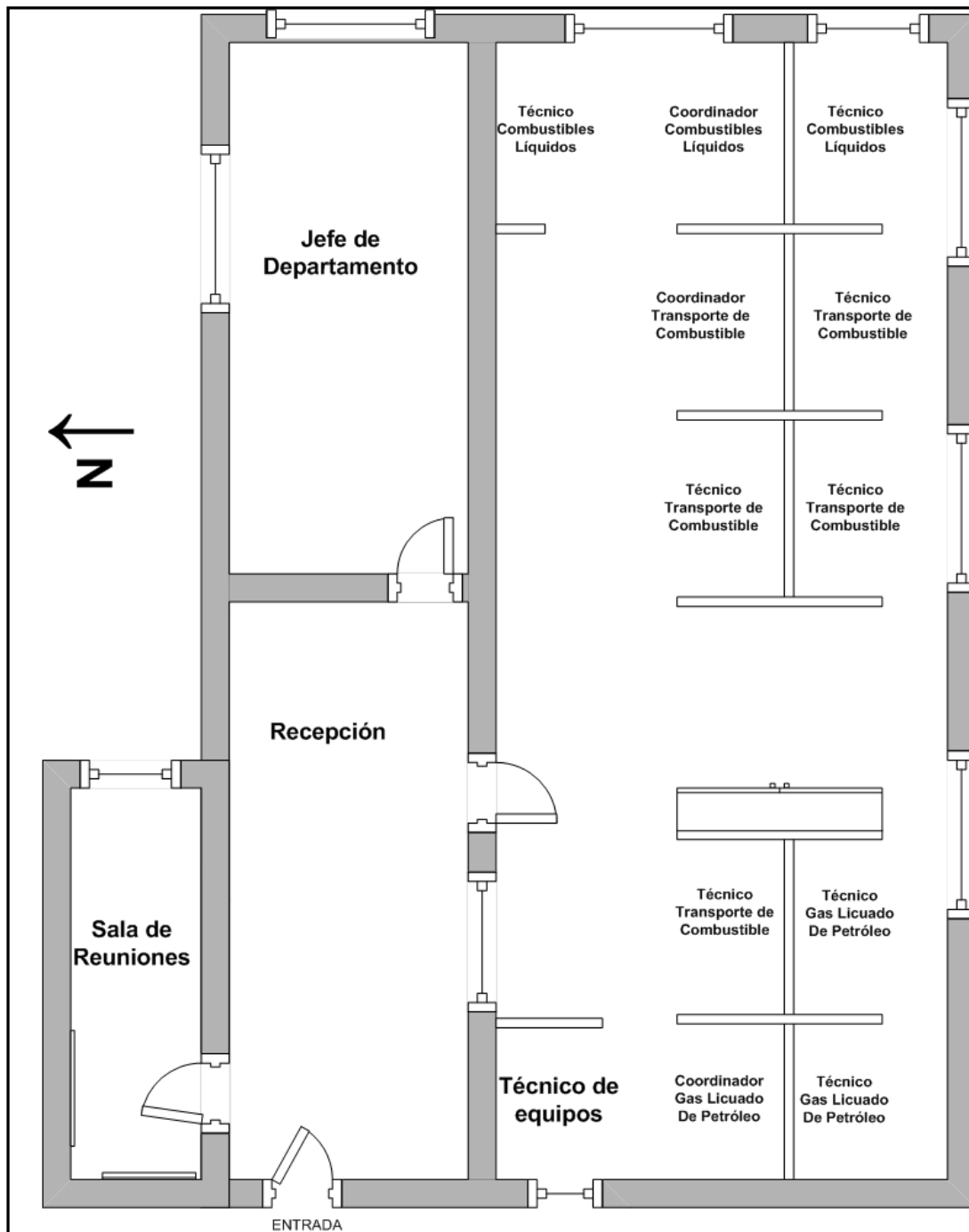
4.1 Diagrama general de la ubicación del equipo

En la nueva ubicación se concentrarán todos los equipos del Departamento de Fiscalización Técnica, con el afán de obtener un mejor control del estado de los mismos, las rutinas de mantenimiento, inventario, registro de equipo, descripción de las rutinas de mantenimiento, historiales.

Se optimizará el trabajo de los técnicos de las diferentes secciones, quitándoles carga de trabajo, creando el nuevo puesto de técnico de equipos. Será el responsable del buen funcionamiento de los mismos en el inciso 4.5 se describen las funciones de dicho puesto.

La nueva ubicación, estará a un constado del coordinador de gas licuado de petróleo. Dicha ubicación tendrá por nombre técnico de equipo, en la figura 26 se muestra dicha ubicación.

Figura 26. Diagrama de ubicación propuesta del equipo



4.2 Fase de identificación de equipo

La fase de identificación del equipo está complementada por la codificación, inventario, toma de datos, actualización de datos, especificaciones de fabrica, accesorios requeridos para realizar mantenimiento. Todos estos complementos son parte importante de la propuesta del programa de mantenimiento y calibración, se describen a continuación.

4.2.1 Codificación del equipo

La codificación designada para los equipos del Departamento de Fiscalización Técnica se establece con el objetivo de formar parte integral del programa de mantenimiento, que permita ubicar fácilmente el equipo y conservarlo en óptimas condiciones.

La designación del código único de cada equipo dentro del Departamento de Fiscalización Técnica tendrá un formato compuesto de siete dígitos. Los primeros dos dígitos representarán la sección del departamento en que se encuentra ubicado el equipo, los siguientes dos dígitos representaran el tipo de equipo y los últimos tres dígitos serán asignados correlativamente a cada equipo dentro de su sección específica. El código final de un equipo sería similar al de la figura 27.

Figura 27. **Codificación de equipos**

00	00	000
Sección de ubicación	Tipo de equipo	Correlativo

Este sistema de codificación forma parte del proceso de propuesta de mantenimiento y calibración y su objeto es facilitar el proceso de administración del equipo por medio de la identificación.

La codificación correspondiente a cada sección del Departamento de Fiscalización Técnica se muestra en la tabla IV.

Tabla IV. **Sistema de codificación de las secciones del Departamento de Fiscalización Técnica**

CODIFICACIÓN DE SECCIÓN DE UBICACIÓN	
Código	Sección
01	Gas licuado de petróleo
02	Combustibles líquidos
03	Transporte de combustible

De acuerdo a la sección a la que pertenece el equipo; la sección de gas licuado de petróleo obtiene la codificación 01, la sección de combustibles líquidos obtiene la codificación 02, la sección de transporte de combustible obtiene la codificación 03.

La codificación correspondiente a los distintos tipos de equipos con que cuenta el Departamento de Fiscalización Técnica se muestra en la tabla V.

Tabla V. **Sistema de codificación de los equipos del Departamento de Fiscalización Técnica**

CODIFICACIÓN DE TIPO DE EQUIPO		
Tipo de Equipo	Código	Equipos que se incluyen en la clasificación
Verificación de calidad	01	Medidor de octanaje (Zeltex), hidrometros
Verificación de cantidad	02	Medidor volumetrico (Seraphin), basculas
Equipo de posicionamiento	03	GPS
Accesorios y complementos	04	Guate recubierto de nitrilo, Guante de gamuzón standard con protección de nudillos, lentes de protección industrial, baterías, inversor.

De acuerdo al tipo de equipo, se codifica de la siguiente manera:

- a) La codificación 01 se le da al equipo designado para verificar la calidad del combustible, esta categoría incluye al medidor de octanaje e hidrómetros.
- b) La codificación 02 se le otorga al equipo designado para la verificación de cantidad de combustible, esta categoría incluye al medidor volumétrico, basculas electrónicas.
- c) El equipo de posicionamiento obtiene la codificación 03, en el se incluye el sistema de posicionamiento global - GPS-.
- d) Accesorios y complementos obtiene la codificación 04, en el se incluyen accesorios como guantes, lentes baterías, inversor.

4.2.2 Inventario físico del equipo y accesorios

El inventario físico de los equipos del Departamento de Fiscalización Técnica fue elaborado como un medio importante para suministrar un registro permanente de las principales características de los equipos como lo es modelo, marca, color, No Serie. Este inventario es base para la programación de mantenimiento.

Las características técnicas obtenidas a través de inspección visual, hojas de registro de equipo, información proporcionada por los técnicos de cada sección se resume la Tabla VI.

Tabla VI. Inventario físico del equipo

INVENTARIO FISICO DEL EQUIPO				
MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS				
DEPARTAMENTO DE FISCALIZACIÓN TÉCNICA				
Tipo de Equipo	Modelo /versión	Marca	Color	Serie
Inversor nominal 12.6 VDC for 12 V units. 25.2 VDC for 24 V units.	TS Series	Xantrex	Blanco	100002896
Bascula electrónica exactitud de 25g Alcance máximo: 150kg/300lbe	ERP	Revuelta	Azul	75648 c.1619
Medidor volumétrico de combustible material 22 GA (0.30) 820GA (0.36)	E3	Seraphin	Latón	2000028965
Analizador electrónico portátil de octanaje versión 2.51C	101c	Zeltex	blanco	15 255
GPS Medidas: 11,2 x 5,1 x 3,0 cm Peso: 150 g (con las 2 pilas) Tamaño de la pantalla: 2,8 x 5,4 cm Gran pantalla LCD monocromo de alto contraste	Etrex	Garmin	Negro/ Amarillo	

El inventario físico de los equipos en el Departamento de Fiscalización Técnica tiene por objeto optimizar los procesos de programación y planeación del mantenimiento, así también es parte fundamental del control de los mismos.

4.2.3 Ejecución de toma de datos con esquema establecido

Como parte de la propuesta de mantenimiento y calibración de equipos en el Departamento de Fiscalización Técnica, se elabora el formato de toma de datos de equipos nuevos y antiguos con el objeto de adquirir datos técnicos de mayor importancia para la conservación de los equipos.

La información técnica que contiene la hoja de registro de equipo pretende facilitar los procesos de planificación y programación del mantenimiento, así como también el estado y control de los equipos. Ver Figura 28.

Figura 28. Modelo de registro del equipo







Departamento de Fiscalización Técnica		Inversor		Sección:
Código del equipo:	0204001			Combustibles Líquidos
Fecha:	Adquisición: 01/05/2004	Modelo: TS Series	Serie: 100002896	
01/09/07	Calibración:	Fabricante:	Distribuidor: Dintersa	
Características Técnicas				Descripción: Color blanco con líneas horizontales color verde.
		Tensión (Voltios)		
		110	220	
Amperaje				
Tolerancia	Capacidad	Otras:		
0,20%		Nominal 12,6 VDC for 12 Volts		

Dicha información se será la base para establecer el estado de los equipos, actualizando datos de los mismos, estableciendo las especificaciones de los distribuidores o fabricantes, accesorios requeridos para el mantenimiento, posteriormente las cotizaciones y costos que incluye el mismo.

4.2.4 Actualización de datos en el departamento

El Departamento de Fiscalización Técnica cuenta con equipos que se consideran vitales para poder ejercer las funciones que tiene a su cargo en la dirección general de hidrocarburos. Actualmente cuenta con básculas electrónicas, medidores volumétricos, analizadores de calidad de combustible, entre otros. Ver figura 29.

Figura 29. Equipos fiscalización técnica

GPS	Inversor	Zeltex
		
Básculas electrónicas	Medidores volumetricos	Accesorios
		

Fuente: Departamento de Fiscalización Técnica de la Dirección General de Hidrocarburos

El formato propuesto para llevar el control del inventario de equipos se muestra a continuación en la tabla VII.

Tabla VII. Actualización de datos en el departamento

 		Inventario	
Departamento de Fiscalización Técnica		Sección:	
Ítem	Código	Descripción	Cantidad
1	0204001	Inversor	1
2	0102001	Basculas	3
3	0202001	Medidor Volumétrico	2
4	0201001	Anbalizador portatil de ostanaje y cetano	1
5	0103001	Sistema de posicionamiento global GPS	2
6	0104001	Accesorios y complementos	2
7	0204001	Accesorios y complementos	2
8	0304001	Accesorios y complementos	1
9			
Observaciones:... Ninguna			

En el inventario se resume la codificación propuesta de los equipos, llevando un correlativo u ítem, el código específico designado, la descripción del equipo, y la cantidad de unidades. Así como también un espacio para observaciones.

4.2.5 Listado de especificaciones propuesto por fabricante

Ninguna persona conoce mejor a los equipos que los fabricantes de los mismos. Ellos brindaron datos de interés para la conservación, cuidado y uso adecuado de los equipos. Ver tabla VIII.

Tabla VIII. **Lista de especificaciones**

Equipo	Especificaciones propuestas por fabricante
Inversor	TS Series serial number: 100002896 DC V Input: nominal 12.6 VDC for 12 V units. 25.2 VDC for 24 V units.
Básculas electrónicas	Fuente de alimentación Batería recargable integrada o adaptador de corriente ca/cc. La batería es recargada automáticamente al conectar el adaptador de corriente ca/cc. Temperatura de operación :0~40 °C (32~104 °F) Tipo: Electrónico E: 25 g/0,05 lbe Alcance máximo: 150kg/300lbe
Medidor volumétrico de combustible	material 22 GA (0.30) 820GA (0.36) model No E3
Analizador electrónico de octanaje y cetano	Pilas alcalinas de 1,5 V de tamaño "AA" A / C Adaptador 110 v modelo 101C
Sistema de posicionamiento global	GPS Medidas: 11,2 x 5,1 x 3,0 cm Peso: 150 g (con las 2 pilas) Tamaño de la pantalla: 2,8 x 5,4 cm Gran pantalla LCD monocromo de alto contraste

Por medio de las especificaciones de fabrica de los equipos, se obtuvieron datos de interés como número de serie, voltaje requerido, temperatura de operación, tolerancia, entre otros. Estos datos serán parte fundamental para la programación del mantenimiento, y compra de repuestos para los equipos del Departamento de Fiscalización Técnica.

4.2.6 Accesorios requeridos por los equipos para realizar el mantenimiento

Cuando se han identificado las piezas defectuosas de los equipos se debe proceder a la reparación o cambio de los mismos.

La decisión de reparar o de efectuar una compra de una parte defectuosa se debe hacer usando el criterio siguiente:

- ¿Cuánto es el costo de adquirir la pieza nueva comparado con el costo de reparación del mismo?
- ¿Tendrá la misma vida útil si se repara?
- ¿Existen repuestos en el mercado nacional?

Con el objeto de monitorear los cambios o reparaciones realizadas, ésta información será guardada en el historial del equipo. Ver figura 30.

Figura 30. Modelo de historial del equipo

Fecha		Orden de trabajo	Descripción de los servicios y reposiciones realizados	Materiales utilizados	Responsable de turno
		001	Calibración báscula por parte de empresa "Básculas Revuelta S.A.	-----	Técnico 1
		002	Limpieza completa	Limpia contactos, waype.	Técnico 1

En el momento que sea necesario adquirir una pieza nueva para reemplazar una defectuosa se debe realizar una solicitud de repuestos, para que el jefe del departamento haga efectiva la misma en el menor tiempo posible y evitar demoras en el desarrollo del trabajo.

Las mejoras proyectadas al utilizar este formato de solicitud de repuestos y materiales, se encuentran: la asignación de repuestos por equipo, así como la unidades, el personal encargado de la solicitud de los mismos, observaciones. Ver figura 31.

Figura 31. Modelo solicitud de repuestos y materiales

Departamento de Fiscalización Técnica				Sección:
Código del equipo: 0201001		Fecha: 20/01/08		Combustibles L.
ítem	Descripción de los repuestos y materiales	Unidad	Cantidad	Firma (quién recibe)
1	Cable RS232, conexión para PC	-----	1	
2	Memoria para ZX 101c	Q10.000,00	1	
3	-----			
4				
5				
6				
7				
8				
9				
OBSERVACIONES:..... El cable RS232 fue donado por José Reinoso (Epesista)				
.....				
.....				
Firma (Solicitante)				

Este formato es útil en el momento de requerir repuestos y materiales, dado que lleva un código específico del equipo que necesita reparación, responsable y fecha de la solicitud, sección a la que pertenece, cantidad.

4.2.7 Cotizaciones y costos de accesorios

Los costos son determinantes para todo tipo de actividad en el Departamento de Fiscalización Técnica, ya que en la mayoría de los casos, la decisión de calibrar o reparar un equipo se basa en el monto de la cotización. La persona a cargo del departamento debe tratar de reducir los gastos.

Los costos de los accesorios son los gastos en los que se incurre para poder mantener a los equipos en condiciones de operación y no afecte el trabajo del Departamento de Fiscalización Técnica. Ver tabla IX.

Tabla IX. **Cotizaciones y costos de accesorios**

Accesorios	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cinta métrica de 50 pies de largo, no transmite estática, no corrosiva.	3	Q4,500.00	Q13,500.00
Pasta para medir combustible	3	Q70.00	Q210.00
Pasta para detectar agua	3	Q70.00	Q210.00
Vara para medir tanque en pulgadas de 15 pies de largo	3	Q200.00	Q600.00
Cable para conectar analizador de octanaje y cetano a la computadora.	1	Q120.00	Q120.00
Memoria para analizar electrónico de octanaje y cetano	1	Q5,655.00	Q5,655.00
Total de costos incurridos por mantenimiento			Q20,295.00

*Tipo de cambio Q 7.71 por dólar, a la fecha 12 de enero 2008.

Los accesorios requeridos para ejecutar algunas de las actividades del departamento de fiscalización se resume en una cinta métrica, pasta para medir nivel de combustible y detectora de agua, vara para medir tanques de combustible, cable y memoria para analizador de octanaje y cetano. Las cotizaciones fueron realizadas por medio de llamadas telefónicas y visitas a diversas empresas de la ciudad capital, entre estas: Petrosoluciones de Guatemala S.A., Equigas, Sumerlo, Soluciones Analíticas, Reyes Reggas, Revuelta Maza S.A., Sipesa.

4.3 Fase de identificación de recursos

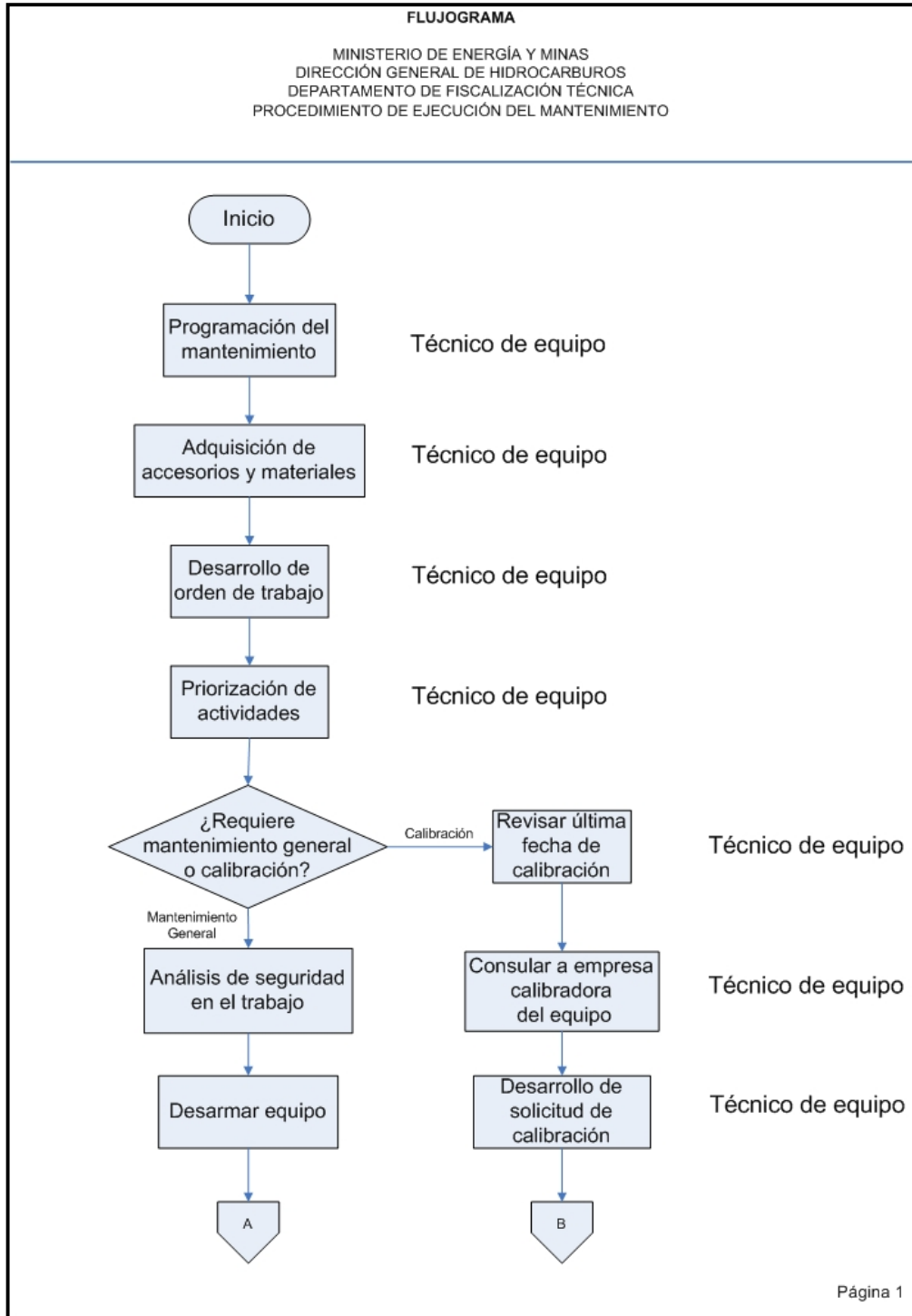
En esta fase se describen todas las actividades que complementan la identificación de recursos como: el flujograma de ejecución del mantenimiento, documentación de los procesos y tareas, técnicas recomendadas para elaborar el mantenimiento.

4.3.1 Flujograma de ejecución del mantenimiento

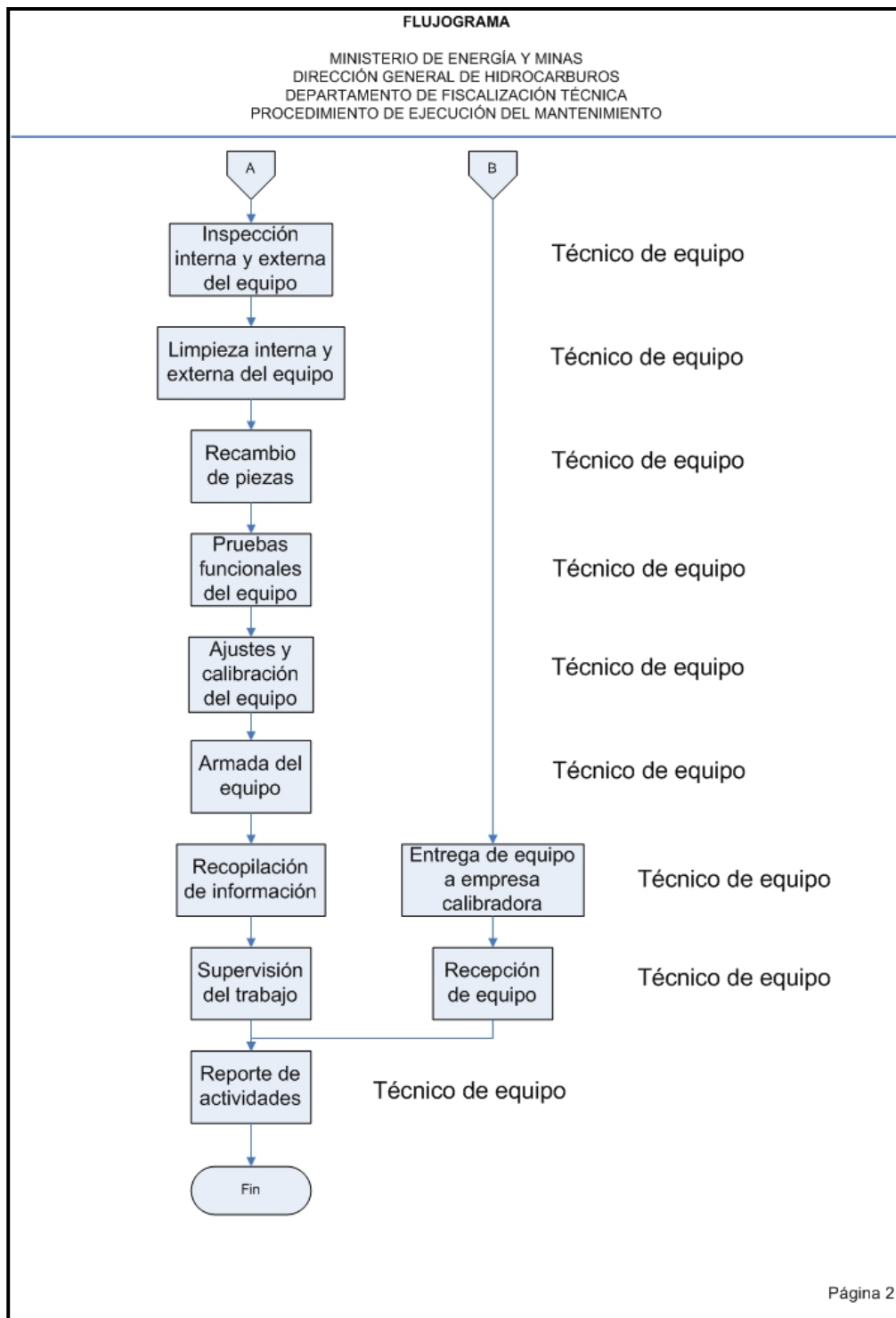
Todas las actividades involucradas en el mantenimiento y calibración de los equipos siguen un procedimiento específico de ejecución que inicia y finaliza en el Departamento de Fiscalización Técnica.

Gráficamente el proceso se representa en la figura 32.

Figura 32. Flujograma de ejecución del mantenimiento propuesto



Continuación



El procedimiento propuesto para la ejecución del mantenimiento involucra los siguientes pasos:

- a. Programación del mantenimiento efectuada por los técnicos en conjunto con el jefe del departamento.
- b. Adquisición anticipada de accesorios y materiales necesarios para efectuar acciones de mantenimiento.
- c. Desarrollo de la orden de trabajo donde se detallan cada una de las acciones que se llevarán a cabo en un equipo.
- d. Análisis de la información contenida en la orden de trabajo para priorizar las actividades de mantenimiento.
- e. Análisis de condiciones de seguridad para efectuar el trabajo.
- f. Desarmar los componentes integrales del equipo al cual se pretende efectuar el mantenimiento.
- g. Limpieza interna y externa del equipo.
- h. Recambio de piezas dañadas y desgastadas.
- i. Pruebas funcionales completas en todos los modos de operación del equipo.
- j. Ajustes y/o calibración del régimen de operación del equipo.
- k. Armado completo del equipo y sus componentes integrales.
- l. Recopilación de la información del mantenimiento en historiales de repuestos, historiales de mantenimiento y la documentación que sea necesaria para llevar control de los equipos.
- m. Supervisión del trabajo efectuado.
- n. Elaborar un reporte de actividades de mantenimiento del mantenimiento.

4.3.2 Documentación de los procedimientos y tareas

Los procedimientos son parte fundamental de un programa de mantenimiento y calibración, aseguran que todo el personal esté enterado de la forma ideal de ejecutar un mantenimiento.

Los procedimientos se redactaron de una forma fácil de entenderlos, la información contenida es breve y precisa; los procedimientos deberán revisarse por lo menos cada seis meses para que estén actualizados con el equipo que se tiene y anotar todas las modificaciones que haya sufrido el equipo o las condiciones de operación de los mismos.

Con un total de diez procedimientos, los cuales llevan por nombre:

1. Procedimiento de servicio menor de las baterías del inversor.
2. Solución de problemas de encendido de la báscula electrónica.
3. Solución del problema la báscula electrónica se apaga.
4. Solución del problema la báscula electrónica no despliega su capacidad máxima.
5. Solución del problema la báscula electrónica no hace cero al encenderla.
6. Solución del problema la lectura de peso sobre la báscula no es correcta.
7. Cuidado y mantenimiento diario de la báscula electrónica.
8. Reemplazo de tubo de cristal del medidor volumétrico.
9. Solución de problema de altas varianzas en mediciones de analizador de octanaje y cetano.
10. Crear un fichero de datos óptico y recoger los datos del analizador de octanaje y cetano a través del cable R

4.3.2.1 Procedimiento de servicio menor de las baterías del inversor

El procedimiento de servicio menor de las baterías del inversor, indica al técnico de equipo o a la persona que realizará el servicio, el procedimiento adecuado de una forma rápida y sencilla. Ver figura 33.

Figura 33. Procedimiento de servicio menor de baterías de inversor

Título	Procedimiento de servicio menor de las baterías del inversor	Departamento: Fiscalización Técnica
Procedimiento detallando:		
Introducción		
El presente procedimiento detalla las actividades que deben realizarse al momento de realizar un servicio menor a las baterías que brindan la energía al inversor, tomando en cuenta que este debe llevarse a cabo en un tiempo determinado que minimice el paro de operaciones.		
Procedimiento		
<p>a. Revisar que el nivel del electrolito en cada uno de los de los depósitos de la batería que corresponda a las marcas de referencia. En caso contrario se debera añadir agua destilada hasta llegar al nivel indicado y sin sobrepasar los límites. Nunca añadir ácido, pues éste no se evapora. En el caso de baterías selladas o libres de mantenimiento no se puede hacer esta operación.</p> <p>b. Limpias y engrasar los polos para prevenir el desgaste producido por los depósitos de ácido sulfúrico y para evitar que se produzcan valores de resistencia, lo que ocasionaría fallos en el sistema.</p> <p>c. Recargar la batería en ambientes ventilados y evitar posibles fuentes de chispas.</p> <p>d. La vida de la batería oscila entre los 4 y los 5 años, aunque en condiciones de temperaturas extremadamente cálidas se puede acortar.</p>		
Importante:		
Evitar las descargas completas de la batería, ya que éstas aceleran el deterioro de las placas.		
Revisado y aprobado por: nombre y firma		Fecha
Original firmado por:		
1/1		

4.3.2.2 Procedimiento de solución de problemas de encendido de la báscula electrónica

El presente procedimiento indica al técnico de equipo, la forma idónea de reparar los problemas de encendido de la báscula electrónica, los datos fueron proporcionados por el proveedor del equipo. Ver figura 34.

Figura 34. Procedimiento de solución de problemas de encendido de la báscula electrónica

Título:	Procedimiento de solución de problema: la báscula no enciende	Departamento: Fiscalización Técnica
Procedimiento detallando:		
<p>Introducción</p> <p>El presente procedimiento detalla todas aquellas actividades que deben realizarse al momento de que la báscula electrónica no encienda con normalidad. Tomando en cuenta que es una de las fallas más comunes que puede presentar dicho equipo.</p>		
<p>Procedimiento</p> <p>Luego de presentarse la falla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revise: ¿Esta la batería cargada? • Acción Correctiva: Recargue la batería al menos durante 8 horas antes de usar la báscula por primera vez ó conecte el adaptador de corriente antes de encenderla. • Revise: ¿Está el adaptador bien conectado al tomacorriente o a la entrada del indicador? • Acción Correctiva: Asegure ambas terminales del adaptador y trate de encender la báscula de nuevo. • Revise: Está el cable de la plataforma conectado firmemente en el indicador? • Acción Correctiva: Revise y asegúrese de que el cable de la plataforma está correctamente conectado en la terminal del indicador. 		
Revisado y aprobado por: nombre y firma		Fecha
Original firmado por:		
1/1		

4.3.2.3 Procedimiento de solución del problema la báscula electrónica se apaga

El presente procedimiento describe las actividades a llevar a cabo, en el momento de presentarse el problema de apagado de la báscula electrónica. El técnico de equipo o a la persona que realizará el servicio logrará solucionar dicho inconveniente de una forma rápida y sencilla. Ver figura 35.

Figura 35. Procedimiento de solución de problema báscula se apaga

Título:	Procedimiento de solución de problema: La báscula se apaga	Departamento: Fiscalización Técnica
Procedimiento detallando:		
<p>Introducción</p> <p>El presente procedimiento detalla todas aquellas actividades que deben realizarse al momento de que la báscula electrónica se apague. Tomando en cuenta que es una de las fallas más comunes que puede presentar dicho equipo.</p>		
<p>Procedimiento</p> <p>Luego de presentarse la falla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revise: ¿Está activa a función de apagado automático? • Acción Correctiva: Póngase en contacto con Básculas Revuelta MAZA, S. A. para que un técnico especializado la desactive. • Revise: ¿Está encendido el indicador LO-BAT? • Acción Correctiva: Conecte el adaptador para recargar la batería. 		
Revisado y aprobado por: nombre y firma		Fecha
Original firmado por:		
1/1		

4.3.2.4 Procedimiento de solución del problema la báscula electrónica no despliega su capacidad máxima

El presente procedimiento indica al técnico de equipo o a la persona que realizará el servicio, los pasos a seguir, en el momento de que la báscula electrónica no despliegue su capacidad máxima. Ver figura 36.

Figura 36. Procedimiento de solución de problema la báscula no despliega su capacidad máxima

Título:	Procedimiento de solución de problema: La báscula no despliega su capacidad máxima	Departamento: Fiscalización Técnica
Procedimiento detallando:		
<p>Introducción</p> <p>El presente procedimiento detalla todas aquellas actividades que deben realizarse al momento de que la báscula electrónica no despliegue su capacidad máxima. Tomando en cuenta que es una de las fallas más comunes que puede presentar dicho equipo.</p>		
<p>Procedimiento</p> <p>Luego de presentarse la falla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revise: ¿Está el indicador TARE encendido? • Acción Correctiva: Apague la báscula. Retire toda la carga de la plataforma e inténtelo de nuevo. • Revise: ¿Está algún objeto obstruyendo el movimiento de la plataforma ó el bastidor? • Acción Correctiva: Retire todos los obstáculos. 		
Revisado y aprobado por: nombre y firma		Fecha
Original firmado por:		

1/1

4.3.2.5 Procedimiento de solución del problema la báscula electrónica no hace cero al encenderla

El presente procedimiento define las actividades a llevar a cabo en el momento de presentarse el problema de hacer cero la báscula electrónica. Ver figura 37.

Figura 37. Procedimiento de solución de problema la báscula no hace cero al encenderla

Título:	Procedimiento de solución de problema: La báscula no hace cero al encenderla	Departamento: Fiscalización Técnica
Procedimiento detallando:		
<p>Introducción El presente procedimiento detalla todas aquellas actividades que deben realizarse al momento de que la báscula electrónica no inicie en cero al encenderla. Tomando en cuenta que es una de las fallas más comunes que puede presentar dicho equipo.</p>		
Procedimiento		
<p>Luego de presentarse la falla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar: ¿Está la plataforma correctamente colocada sobre la báscula? • Acción Correctiva: Revisela e insértela correctamente de nuevo. • Revisar: ¿Hay carga aplicada a la báscula y enciéndala de nuevo. • Acción Correctiva: Retire toda la carga de la plataforma. Apague la báscula y enciéndala de nuevo. • Revisar: ¿Está la plataforma de la báscula conectada el indicador? • Acción Correctiva: Revise y asegure los conectores firmemente. • Síntoma: La báscula despliega en pantalla 00000 • Revisar: Se está aplicando una carga superior a la capacidad máxima de la báscula? • Acción Correctiva: Retire toda la carga de la plataforma e intente de nuevo realizar la pesada con menos carga. 		
Revisado y aprobado por: nombre y firma	Fecha	
Original firmado por:		
1/1		

4.3.2.6 Procedimiento de solución del problema la lectura de peso sobre la báscula no es correcta

En el momento de presentarse errores en las lecturas de la báscula, el técnico de equipo puede ejecutar de una forma rápida y sencilla, las actividades que se describen a continuación. Ver figura 38.

Figura 38. Procedimiento de solución de problema la lectura de peso sobre la báscula no es correcta

Título:	Procedimiento de solución de problema: La lectura de peso sobre la báscula no es correcta	Departamento: Fiscalización Técnica
Procedimiento detallando:		
<p>Introducción</p> <p>El presente procedimiento detalla todas aquellas actividades que deben realizarse al momento de que la báscula electrónica muestre lecturas erróneas. Tomando en cuenta que es una de las fallas más comunes que puede presentar dicho equipo.</p>		
<p>Procedimiento</p>		
<p>Luego de presentarse la falla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revise: ¿Está la báscula sobre una superficie nivelada? • Acción Correctiva: Ajuste las patas de la plataforma para nivelar la báscula. • Revise: ¿Está la báscula siendo afectada por flujos de aire, vibraciones ó radiofrecuencias? • Acción Correctiva: Coloque la báscula lejos de cualquier fuente de disturbios. • Revise: ¿Está la báscula calibrada? • Acción Correctiva: Póngase en contacto con Básculas Revuelta Maza, S.A. de C. V. para servicios de calibración y verificación de su báscula. 		
Revisado y aprobado por: nombre y firma		Fecha
Original firmado por:		
1/1		

4.3.2.7 Procedimiento de cuidado y mantenimiento diario de la báscula electrónica

El procedimiento de cuidado y mantenimiento diario de la báscula electrónica, indica todas las actividades a realizarse regularmente, con el fin de mantener en óptimas condiciones de operación a dicho equipo. Ver figura 39.

Figura 39. Guía de cuidado y mantenimiento diario de la báscula electrónica

Título:	Guía de cuidado y mantenimiento diario de la báscula electrónica.	Departamento: Fiscalización Técnica
Descripción:		
<p>Introducción El presente procedimiento detalla todas aquellas actividades que se deben realizar diariamente a la báscula electrónica, con el fin de mantenerla en condiciones óptimas.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • Limpie la báscula con un paño suave y limpio. Si es necesario aplique un detergente suave. • No utilice ningún tipo de limpiador de agua a presión, materiales ásperos o abrasivos, acetona, solventes volátiles, thinner o alcohol para limpiarla. • Verifique la precisión de la báscula periódicamente, Recalíbreala en caso de ser necesario. Contacte a Básculas Revuelta Maza S.A. de C. V. para obtener más información acerca de este y otros servicios. • La báscula deberá colocarse horizontalmente durante traslados o periodos de almacenamiento prolongados. • Almacene la báscula en lugares limpios y secos. 		
Revisado y aprobado por: nombre y firma	Fecha	
Original firmado por:		

1/1

4.3.2.8 Procedimiento reemplazo de tubo de cristal del medidor volumétrico

El procedimiento de reemplazo de tubo de cristal del medidor volumétrico, indica todos los pasos a realizarse, de una forma rápida y sencilla. Las figuras de las cuales se hace mención en el procedimiento, se pueden observar en el apéndice 1 de este documento. Ver figura 40.

Figura 40. Procedimiento de reemplazo de tubo de cristal del medido volumétrico

Título:	Procedimiento reemplazo de tubo de cristal del medidor volumétrico	Departamento: Fiscalización Técnica
Procedimiento detallando:		
<p>Introducción El presente procedimiento detalla las actividades a realizar en el momento de reemplazar el tubo de cristal de un medidor volumétrico marca seraphin.</p>		
<p>Procedimiento</p> <p>Herramientas necesarias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una llave inglesa ajustable. • Un destornillador plano. <p>a. Desenrosque y retire la adaptación de acero inoxidable o varilla guía. Ver figura "procedimiento tubo de cristal A.1".</p> <p>Nota: No retire el remache de bronce de bloqueo o de lo contrario necesitará recalibración. Ver Figura "procedimiento tubo de cristal A.2".</p> <p>b. Quitar tapón de latón ver figura "procedimiento tubo de cristal B.1", con destornillador ver figura "procedimiento tubo de cristal B.2".</p> <p>c. Desenrosque la tuerca de latón hexagonal en la parte inferior. Ver figura "procedimiento tubo de cristal C".</p> <p>d. Sacar con cuidado, el tubo de cristal (figura "procedimiento tubo de cristal D.1"). Asegúrese de encontrar los dos "O" anillos (figura "procedimiento tubo de cristal D.2"), ya que no siempre salen con el vidrio (figura "procedimiento tubo de cristal D.3").</p> <p>e. Para volver a instalar revertir el proceso, poner con cuidado los "O" anillos alrededor del tubo cuando sea necesario (Ver figura "procedimiento tubo de cristal E"). Apriete la tuerca.</p> <p>Nota: En el paso e tener cuidado de no apretar excesivamente la tuerca, puede romper el cristal.</p>		
Revisado y aprobado por: nombre y firma	Fecha	
Original firmado por:		

4.3.2.9 Procedimiento de solución de problema de altas varianzas en mediciones de analizador de octanaje y cetano

El procedimiento de solución de problema de altas varianzas, indica todas las actividades a realizar para corregir las lecturas de octanaje y cetano. Ver figura 41.

Figura 41. Procedimiento de solución de altas varianzas en mediciones del analizador de octanaje y cetano

Título:	Procedimiento de solución de altas varianzas en mediciones del analizador de octanaje y cetano	Departamento: Fiscalización Técnica
Procedimiento detallando:		
<p>Introducción</p> <p>El presente procedimiento detalla todas aquellas actividades que deben realizarse en el momento de que aparezcan altas varianzas en las mediciones ejecutadas por el analizador de octanaje y cetano. Tomando en cuenta que es una de las fallas más comunes que puede presentar dicho equipo.</p>		
Procedimiento		
<p>Luego de presentar una alta varianza en la medición, pruebe lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> Limpie los tarros por dentro y por fuera con alcohol o agua y jabón. Seque completamente antes de usarlo. Tenga en cuenta que la acetona se pueden utilizar, pero hay que evitar el contacto de acetona con la etiqueta. Compruebe que la etiqueta no este rasgada o pelada. Asegúrese de que dentro de la cámara de muestra está limpio. Utilice una pequeña cantidad de agua jabonosa sobre una toalla de papel o el algodón. No use acetona o alcohol, en la cámara. Después de la limpieza, eliminando el exceso de polvo. Asegúrese de que las ventanas de la cámara están limpios y libres de obstrucciones. 		
Revisado y aprobado por: nombre y firma	Fecha	
Original firmado por:		
1/1		

4.3.2.10 Procedimiento para crear un fichero de datos óptico y recoger los datos del analizador de octanaje y cetano a través del cable RS232

El presente procedimiento detalla los pasos a seguir para crear un fichero de datos óptico y recoger los datos del analizador de octanaje y cetano a través del cable RS232. La configuración y elaboración de dicho cable se puede observar en el apéndice 1 de este documento. Ver figura 42.

Figura 42. Procedimiento para crear un fichero de datos óptico

Título:	Crear un fichero de datos óptico y recoger los datos del analizador de octanaje y cetano a través del cable RS232	Departamento: Fiscalización Técnica
Procedimiento detallando:		
Introducción El presente procedimiento detalla todos los pasos para crear un fichero de datos óptico y recoger los datos del analizador a través del cable RS232.		
Procedimiento Para recoger datos sobre muestras de la calibración del analizador de Zeltex, necesitarás: <ul style="list-style-type: none"> • Creas nuevos datos ópticos del fichero de datos (archivo, nuevo, óptico) o (File, New, Optical Data). • Abre un fichero de datos óptico existente a el cual desees agregar muestras adicionales. Seleccionar Collect del Data menú, y en la pantalla Collect aparecerá: <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar el botón de opciones. Conectar el cable RS232 con uno de los puertos de COM de la computadora y con el puerto de RS232 del instrumento (al lado del puerto del adaptador de la CA). • Seleccionar el botón OK en la pantalla Communication Options. • Asegurarte de que el instrumento sea listo para comunicarse con la PC. • ZX101C: Presionar SELECT PROGRAM, 7. • Incorporar el número de la identificación de la muestra de Zeltex del manual Setup enumeración de la calibración y seleccionar Collect o presionar Return. Para el ZX50 y el ZX101C, la pantalla de computadora exhibirá "procurar conectar (Attempting to Connect)" hasta que es acertada al hacer eso. ZX101C exhibirá "procurar conectar" hasta que sea necesario. • Después de que el instrumento haya leído la primera muestra en el nuevo archivo, en la pantalla aparecerá guardar como (Save As). Añadir un nombre al archivo y de OK en el teclado. • La pantalla Collect reaparecerá. Añadir el número siguiente de la muestra y repetir los pasos antedichos. (En la pantalla no reaparecerá Guardar como -Save As- cada vez, dado que la computadora guarda automáticamente datos adicionales al mismo nombre del archivo.) • Si cometes una equivocación mientras funciona una muestra o si la curva de la muestra parece cuestionable (véase los ejemplos de buenas y malas curvas bajo paso 2: Trazar las curvas), destacar el número de la identificación de la muestra debajo de la "última muestra recogida" "Last __ samples collected" y seleccionar cortar (Cut). Tener presente: Todas las muestras no tienen que ser realizadas el mismo día; el archivo se puede guardar y agregar las muestras adicionales más adelante.		
Revisado y aprobado por: nombre y firma	Fecha	
Original firmado por:		

4.3.3 Técnicas aplicadas para elaborar el mantenimiento

El procedimiento contemplado para efectuar el mantenimiento de un equipo requiere de ciertas técnicas para su correcta ejecución, es por ello que el técnico del Departamento de Fiscalización Técnica debe cumplir con las siguientes prácticas establecidas como parte de las acciones de mantenimiento.

- Consultar los historiales e información técnica de los equipos para garantizar que no se efectúen sobre mantenimientos.
- Establecer un orden específico par desarmar y rearmar componentes de un equipo.
- Utilizar la herramienta apropiada para efectuar los mantenimientos en un equipo, en el caso de no contar con ella, planear anticipadamente su adquisición.
- Utilizar manuales técnicos de mantenimiento como una guía para efectuar trabajos de mantenimiento en los equipos.
- Efectuar rutinas de mantenimiento de acuerdo a lo establecido en la orden de trabajo detallando las observaciones convenientes.
- Establecer un sitio específico para cada pieza o componente agrupando todas las piezas de un componente en un solo lugar.
- Limpiar el equipo utilizando limpiadores de limpia contactos para los componentes eléctricos-
- Inspeccionar detenida y exhaustivamente las piezas del equipo para detectar desgastes, fallas en las piezas, signos de corrosión, fatiga, roturas y sobrecalentamientos. En la medida de la medida de lo posible utilice equipos auxiliares de diagnóstico de fallas.
- Realizar pruebas en todos los modos de funcionamiento posibles del equipo antes de su operación, para asegurarse que este ha quedado bien.

- Utilizar el equipo de protección personal que sea necesario.

Inspeccionar como parte de una rutina semanal las condiciones ambientales del equipo evaluando:

- Humedad. La humedad el ambiente en el que trabaja el equipo, no debe ser mayor a la que especifica el fabricante. Si no se cuenta con esta información, o con los medios adecuados de medición, se puede evaluar por sus efectos, por ejemplo lecturas fuera de control, oxidación, entre otras.
- Polvo. Revise que no haya una presencia excesiva de polvo en el ambiente, visualizando los alrededores del equipo, en el equipo mismo.
- Seguridad de instalación. Revise que la instalación del equipo ofrezca seguridad verificando los medios de sujeto y verificando los conectores eléctricos.
- Temperatura. Verifique cual es la temperatura permitida por el fabricante, si este dato no está disponible, corrobore que el equipo no está en exposición directa al sol, y que la temperatura no sea mayor a la del ambiente.

Estas prácticas traerán consigo ciertas mejoras en el servicio de mantenimiento por parte de los técnicos.

- Disminuye pérdidas de tiempo y retrasos en la ejecución de trabajos.
- Disminuir el riesgo de accidentes en el área de trabajo.
- Garantizar que el mantenimiento preventivo efectuado en un equipo sea eficaz.
- Inspecciones efectivas de equipo.

4.4 Rutinas de mantenimiento preventivo

Una parte integral de las mejoras proyectas en el Departamento de Fiscalización Técnica del ministerio de energía y minas, es la definición de rutinas de mantenimiento y calibración para los equipos, estas rutinas, servirán como una guía para la ejecución de acciones técnicas de mantenimiento preventivo en los equipos.

Las acciones técnicas proyectadas en las rutinas de mantenimiento y calibración a efectuarse sobre los equipos contemplan:

- Inspección constante.
- Limpieza interna y externa.
- Recambio de piezas y accesorios.
- Pruebas de funcionamiento.

La descripción de actividades para el mantenimiento se desarrolla a cabalidad en el inciso 4.4.1 de este documento.

Las rutinas de mantenimiento y calibración planeadas para los equipos contendrán información con referencia a la acción técnica que tiene por objeto conservar el equipo en estado óptimo de operación.

Entre los beneficios que traerán consigo la implementación de estas hojas de rutina de mantenimiento:

- Historiales de fallas comunes detectas anticipadamente en los equipos.
- Seguimiento constante del estado de funcionamiento actual de los equipos.

- Garantizar que el equipo trabaje bajo el régimen que especifica el fabricante.

4.4.1 Esquema de hoja de rutina de mantenimiento

En base al mantenimiento preventivo, con el afán de disminuir el deterioro de los equipos y mejorar la conservación de los mismos. Se elaboró la hoja de rutina de mantenimiento que será de mucha utilidad, permitirá llevar el registro de las actividades a realizar, frecuencia del trabajo, materiales y repuestos necesarios.

En base la información brindada por los fabricantes, charlas con personal de cada sección, manuales de mantenimiento. Se describe el nombre de la actividad, la frecuencia de trabajo, repuestos necesarios, observaciones. Ver figura 43.

Figura 43. Esquema de hoja de rutina de mantenimiento

Departamento de Fiscalización Técnica				
Sección: Técnica		Mantenimiento preventivo		
Número de actividad	Actividad que se debe realizar	Frecuencia de trabajo	Materiales y repuestos	Observaciones
1	Servicio menor de baterías de inversor.	Semanal	Grasa, Waype.	Ninguna
2	Cuidado y mantenimiento diario de basculas electrónicas.	Diario	Liquido limpia contactos, Waype.	Ninguna
3	solución altas varianzas en mediciones de analizador de octanaje y cetano.	Mensual	-----	Ninguna
4	Reemplazo de tubo de cristal en medidor	Cuando ocurra falla	Varios.	Ninguna
5	Revisión y limpieza de medidor volumétrico.	Semanal	Liquido quita combustible, Waype.	Ninguna
6	Revisión y limpieza de GPS.	Semanal	Liquido limpia contactos, waype.	Ninguna
7	Revisión y limpieza de analizador de octanaje y cetano.	Semanal	Liquido limpia contactos, Waype.	Ninguna
8	Revisión y limpieza de panel.	Diario	Agua, liquido quita grasa, liquido quita combustible, atomizador, Waype.	Ninguna
9	Revisión y limpieza de inversor.	Semanal	Liquido limpia contactos, Waype.	Ninguna
10	Actualización de registros de mantenimiento.	Diario	-----	Informar anomalías

Con anterioridad se tenía el problema de no llevar una frecuencia de las actividades necesarias para el mantenimiento como se menciona en las páginas 41 y 51 de este documento. Con la propuesta de la rutina de mantenimiento, se eliminó dicho problema, dado que se tiene una frecuencia de actividades de trabajo, la cual ayudaría potencialmente al cuidado de los equipos.

4.4.2 Esquema de hoja de rutina por medio de fechas establecidas

La hoja de rutina de plan de mantenimiento mensual será de mucha utilidad, permitirá llevar el registro de las actividades a realizar mensualmente. Ver figura 44.

Figura 44. Esquema de hoja de plan de mantenimiento mensual

		  MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS DIRECCION GENERAL DE HIDROCARBUROS GUATEMALA, C. A.																																	
Plan de Mantenimiento																																			
Departamento de Fiscalización Técnica																																			
Sección:		Técnica																		Fecha:		15/01/2008													
		o : Programado															x: Ejecutado																		
Número	Días del mes																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
1							o							o																					
2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
3															o																				
4																o																			
5							o							o																					
6							o							o																					
7							o							o																					
8	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
9							o							o																					
10	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

Se representan gráficamente las actividades a realizar en un período de un mes, por medio de ceros “O” y equis “X”, los ceros se interpretan como actividades programadas y las equis se interpretan como actividades ejecutadas.

Los números verticales representan las actividades a realizar, de acuerdo con la “descripción de actividades” del inciso anterior.

4.5 Definición de actividades del encargado del mantenimiento

Las actividades para administrar el programa estarán a cargo del “Técnico de equipo”, quien debe llevar el seguimiento, control del programa y velar por la implementación de los métodos y técnicas a utilizar para el desarrollo del programa.

Si no hay interés por parte de la administración para que el programa se desarrolle, no podrá implementarse, ya que se debe crear un nuevo puesto de trabajo para que se encargue de los equipos, o bien modificar las funciones de alguno de los puestos técnicos ya existentes.

4.5.1 Descripción de puesto

Las actividades que deberán cumplir el jefe del departamento de fiscalización técnica, los coordinadores de cada sección, el técnico de equipo, relacionado con el mantenimiento se detallan a continuación.

El jefe del Departamento de Fiscalización Técnica tiene entre sus funciones coordinar la ejecución de tareas del personal que labora en dicho departamento. Específicamente con relación al programa de mantenimiento y calibración se puede observar en la figura 45.

Figura 45. Descripción de actividades del jefe del Departamento de Fiscalización Técnica

Título:	Descripción de actividades del jefe del departamento de fiscalización técnica	Departamento: Fiscalización Técnica
Descripción del puesto:		
Introducción		
<p>El presente procedimiento detalla las funciones a ejecutar por parte del jefe del departamento de fiscalización técnica, con el fin de coordinar al personal implicado en el programa de mantenimiento y calibración de equipos.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • Deberá elaborar en conjunto con el técnico de equipo el plan anual de mantenimiento y calibración de los equipos del departamento de fiscalización técnica. • Incluir dentro de la planeación de mantenimiento la programación respectiva de las acciones de mantenimiento a efectuarse en los equipos del departamento, • Incluir dentro de la planeación del mantenimiento el presupuesto contemplado del mantenimiento de los equipos. • Planificar, organizar un programa de capacitaciones internas para los técnicos del departamento. • Priorizar tareas de mantenimiento y calibración que se lleven cabo en la institución. • Planificar y asignar los recursos humanos, físicos y técnicos necesarios para llevar a cabo las acciones de mantenimiento y calibración. • Vigilar y supervisar el cumplimiento del programa de mantenimiento a cargo del personal subalterno. • Velar por la actualización de archivos y expedientes técnicos de los equipos obteniendo de ellos la información necesaria para planear anualmente el mantenimiento. 		
Revisado y aprobado por: nombre y firma		Fecha
Original firmado por:		

Los coordinadores de cada sección del departamento de fiscalización técnica, tienen a su cargo regular el desempeño de los técnicos, específicamente con relación al programa de mantenimiento se puede observar en la figura 46.

Figura 46. Descripción de actividades de los coordinadores de fiscalización técnica

Título:	Descripción de actividades de los coordinadores de cada sección del departamento de fiscalización técnica	Departamento: Fiscalización Técnica
Descripción del puesto:		
Introducción		
El presente procedimiento detalla las funciones a ejecutar por parte de los coordinadores de cada sección del departamento de fiscalización técnica, con el fin de llevar a cabo un programa de mantenimiento y calibración de equipos.		
<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar supervisiones para verificar que se cumplan con las rutinas de mantenimiento y calibración. • Realizar inspecciones mensuales sobre los equipos para detectar anomalías de funcionamiento que pudieran encontrarse. • Reportar al jefe del departamento acerca del proceso del mantenimiento llevado a cabo en los equipos. • Proporcionar apoyo técnico al personal a su cargo. • Coordinar con el jefe del departamento la planificación anual del mantenimiento y calibración. 		
Revisado y aprobado por: nombre y firma		Fecha
Original firmado por:		
1/1		

El técnico de equipo, es un nuevo puesto por parte de la propuesta de mantenimiento y calibración, con el fin tener una persona responsable del buen funcionamiento de los equipos del Departamento de Fiscalización Técnica. Las funciones de dicho puesto se detallan a continuación ver figura 47.

Figura 47. Descripción de actividades del técnico de equipo

Título:	Descipción de actividades del técnico de equipo	Departamento: Fiscalización
		Técnica
Descripción del puesto:		
<p>Introducción El presente procedimiento detalla las funciones a ejecutar por parte del técnico de equipo del departamento de fiscalización técnica, con el fin de llevar a cabo un programa de mantenimiento y calibración de equipo.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar con el jefe y coordinadores del departamento la ejecución del mantenimiento y calibración de los equipos anualmente. • Llenar la documentación técnica necesaria para llevar a cabo un control adecuado de los equipos. • Realizar requisiciones de materiales, repuestos y herramientas faltantes que sean necesarias para el mantenimiento de los equipos. • Asegurar que las actividades correspondientes a la administración y ejecución del mantenimiento y calibración se lleven a cabo, buscando que el mayor beneficio se obtenga de la conservación y funcionamiento de los equipos. • Garantizar que el mantenimiento y la calibración se lleven a cabo en forma eficiente y eficaz a través del cumplimiento de todas las actividades. • Evitar pérdidas de tiempo por la no disponibilidad de algún equipo. 		
Revisado y aprobado por: nombre y firma		Fecha
Original firmado por:		
1/1		

4.5.2 Plan de mantenimiento

La planeación del mantenimiento y calibración de los equipos del departamento, tiene contemplado establecer métodos de acción en lugar de reacción buscando la utilización óptima de los recursos, en otras palabras, la planeación consistirá en un medio para fijar el curso concreto acción que habrán de seguir el departamento de fiscalización técnica, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo, y la determinación del tiempo y recursos necesarios para efectuarlo.

La información relevante a la planeación del mantenimiento preventivo que deberá integrarse a la planeación anual se presenta a continuación.

4.5.2.1 Mantenimiento y calibración planeada

Dentro de la planificación proyectada, el mantenimiento y calibración planeada permitirán determinar cualitativa y cuantitativamente las acciones necesarias para la conservación y mantenimiento de los equipos, así como, determinar los recursos necesarios para su ejecución. Estas acciones se mencionan a continuación.

4.5.2.1.1 Acciones

Las acciones planeadas para asegurar el éxito en la ejecución del mantenimiento preventivo a implementar son:

- Inspección de condiciones ambientales.
- Inspección interna y externa del equipo.
- Limpieza integral interna y externa.

- Lubricación y engrase.
- Reemplazo de ciertas partes.
- Pruebas funcionales completas.
- Ajuste y calibración.

4.5.2.2 Planificación de recursos

El éxito de la planeación de las actividades de mantenimiento se debe en gran parte a la planeación efectiva que se haga de los recursos, ya que estos, son esenciales para llevar a cabo las acciones en el tiempo previsto.

Los recursos que el Departamento de Fiscalización Técnica deberá considerar necesarios en la planeación del mantenimiento y calibración de equipos son:

- Recursos humanos: técnicos encargados del mantenimiento periódicamente, para ejecutar las acciones contempladas.
- Recursos materiales: herramientas, materiales e insumos necesarios para llevar a cabo con éxito las acciones planeadas de mantenimiento y calibración sobre los equipos.
- Recursos técnicos: formatos de documentación técnica de cómo registro de equipo, descripción de actividades, plan de mantenimiento mensual solicitud de repuestos, reportes semanales, inventario de equipos.
- Recursos económicos: presupuesto para adquisición de insumos, materiales y piezas de recambio necesaria.

4.5.2.3 Limitantes en la planeación

La planeación del mantenimiento y calibración para los equipos del Departamento de Fiscalización Técnica cuenta con ciertas limitantes, de las cuales, el departamento deberá estar consciente con el objeto de conocer sus alcances en la proyección de las actividades planeadas.

Las limitantes a considerar dentro de la planeación son:

- La planeación de mantenimiento en los equipos será únicamente de carácter preventivo.
- La planeación de mantenimiento preventivo contempla un universo limitado de las áreas sobre las cuales tendrán efecto las acciones contempladas y de los equipos en que se aplicarán.
- Lentitud del proceso de compra y adquisición de recursos necesarios para el mantenimiento planeado.
- Limitaciones en el presupuesto económico para la adquisición y compra de ciertos repuestos, herramientas y materiales.
- Costos imprevistos que pueden aumentar el presupuesto contemplado en un principio.

4.6 Base de datos del programa de mantenimiento

El Departamento de Fiscalización Técnica no cuenta con un software de mantenimiento, por lo tanto con un poco de conocimiento de ordenadores se crearon aplicaciones simples pero efectivas con Microsoft Excel, que permitirán tener una ficha de los equipos, con sus historiales, registros, descripción de actividades, plan de mantenimiento mensual, solicitudes de repuestos, entre otros.

4.6.1 Manual del programa de mantenimiento

El programa está enfocado a los equipos fundamentales en el Departamento de Fiscalización Técnica cómo lo son: el Inversor de potencia, Básculas electrónicas, Medidor volumétrico de combustible (marca Seraphin), Medidor electrónico de octanaje y cetano (marca Zeltex).

Utilizando herramientas de Microsoft Excel se elaboro una base de datos para guardar registro de todas las actividades relacionadas con los equipos.

Se tomaron en cuenta todas las actividades para llevar un mantenimiento efectivo, el personal del departamento de fiscalización técnica no contaba con una base de datos de los equipos que posee e.

En la figura 48 se presenta el manual de usuario de la base de datos.

Figura 48. Manual de usuario de la base de datos en Excel

Título:	Manual de usuario de la base de datos en Microsoft Excel	Departamento: Fiscalización técnica
Procedimiento detallando:		
<p>Introducción El presente procedimiento detalla los pasos para acceder a la base de datos en Microsoft Excel.</p>		
<p>Procedimiento</p> <p>Seguir los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Encender la computadora. 2. Haga clic en el botón inicio. 3. Colocar el cursor sobre la barra de todos los programas para que despliegue el listado de programas de la computadora. 4. Haga clic el icono de Microsoft Excel para abrir el programa. 5. Haga clic sobre el botón file o archivo. 6. Haga clic sobre la ventana Abrir. 7. En el folder Mis Documentos elegir la carpeta " Mantenimiento Fiscalización Técnica". 8. Seleccionar el link que posea los registros del equipo en cuestión (Ej. Inversor,Bascula, entre otros.) 9. Ingresar los datos recopilados en los diversos registros (Ej. Registro de equipo, Descripción de Actividades de Mantenimiento, entre otros.) 10. Guardar los cambios realizados en el menú archivo y elija la opción Guardar. 11. Cerrar el programa X. 		
Revisado y aprobado por: nombre y firma	Fecha	
Original firmado por:		
Manual de Procedimientos		1/1

- a. En su hoja principal tiene los links para revisar las hojas de los registros de cada equipo, así como los formatos electrónicos de los mismos. Ver Figura 49.

Figura 49. Hoja principal del programa



- b. Se enlazan las hojas de Excel a través de hipervínculos, para ver el estado de los equipos, historiales, planes de mantenimiento, inventario, entre otros. Ver figura 50.

Figura 50. Hoja de formatos de registro



- c. Seleccionando la opción 1, de los formatos de registros, muestra en pantalla el registro del equipo con los principales datos técnicos del mismo. Ver Figura 51.

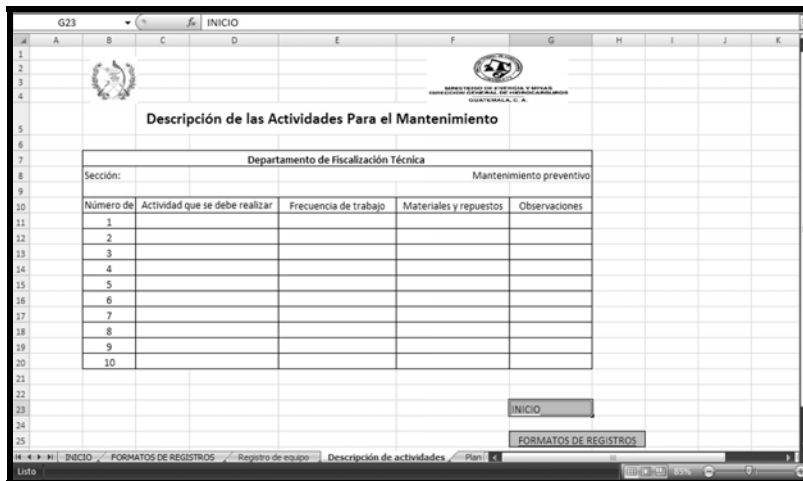
Figura 51. Hoja de registro del equipo

The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet titled "Registro del Equipo". The spreadsheet is organized into a form with the following fields and sections:

- Header:** "Registro del Equipo" centered in row 5.
- Departmental Information:** Row 7: "Departamento de Fiscalización Técnica" (colspan 4) and "Sección:" (colspan 2).
- Equipment Code:** Row 8: "Código del equipo:" (colspan 6).
- Acquisition and Identification:** Row 10: "Fecha:", "Adquisición:", "Modelo:", "Serie:". Row 11: "Calibración:", "Fabricante:", "Distribuidor:".
- Technical Characteristics:** Row 12: "Características Técnicas" (colspan 3) and "Descripción:" (colspan 2).
 - Row 13: "Tensión (Voltios)" with sub-fields "110" and "220".
 - Row 14: "Amperaje" (colspan 2).
 - Row 16: "Tolerancia" and "Capacidad" (colspan 2).
 - Row 17: "Otras:" (colspan 2).
- Navigation:** Row 21: "INICIO" button. Row 23: "FORMATOS DE REGISTROS" button.
- Footer:** Row 25: "FORMATOS DE REGISTROS" (colspan 4), "Registro de equipo" (colspan 2), "Descripción de actividades" (colspan 2), "Plan de manut..." (colspan 2).

- d. Seleccionando la opción 2, de los formatos de registros, muestra en pantalla la descripción de actividades de mantenimiento del equipo. Ver Figura 52.

Figura 52. Hoja de descripción de actividades de mantenimiento



- e. Seleccionando la opción 3, de los formatos de registros, muestra en pantalla el plan de mantenimiento mensual de los equipos. Ver Figura 53.

Figura 53. Hoja de plan de manteniendo mensual de los equipos



- h. Seleccionando la opción 6, de los formatos de registros, muestra en pantalla la solicitud de repuestos del equipo. Ver Figura 56.

Figura 56. Hoja de solicitud de repuestos y materiales

The screenshot shows a software window titled 'Solicitud de Repuestos y Materiales'. At the top, it displays the logo of the 'Ministerio de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación' and the 'Departamento de Fiscalización Técnica'. Below the title, there are fields for 'Código del equipo' and 'Sección:'. A table with 9 rows and 5 columns is present, with headers: 'Ítem', 'Descripción de los repuestos y materiales', 'Unidad', 'Cantidad', and 'Firma (quién recibe)'. Below the table is a section for 'OBSERVACIONES:'. At the bottom right, there are buttons labeled 'INICIO' and 'FORMATOS DE REGISTROS'. The taskbar at the bottom shows the active window as 'Solicitud de Repuestos'.

- i. Seleccionando la opción 7, de los formatos de registros, muestra en pantalla el inventario de los equipos. Ver Figura 57.

Figura 57. Hoja de inventario de equipos

The screenshot shows a software window titled 'Inventario'. It features the same logos and department name as Figure 56. Below the title, there are fields for 'Departamento de Fiscalización Técnica' and 'Sección:'. A table with 9 rows and 4 columns is shown, with headers: 'Ítem', 'Código', 'Descripción', and 'Cantidad'. Below the table is a section for 'Observaciones:'. At the bottom right, there are buttons labeled 'INICIO' and 'FORMATOS DE REGISTROS'. The taskbar at the bottom shows the active window as 'Inventario'.

5. PLAN DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

La capacitación del personal de mantenimiento estará a cargo del coordinador de cada sección quien deberá llevar el seguimiento del programa y velar por la implementación de los métodos y técnicas a utilizar para el desarrollo del programa.

5.1 Secuencia de capacitación

La capacitación del personal es vital para todos los nuevos programas de mantenimiento, ya que el personal debe estar calificado para realizar las tareas de mantenimiento de ciertos equipos.

5.2 Herramientas y procedimientos de presentación de capacitaciones

Las herramientas utilizadas en la presentación de capacitaciones se desglosan en la descripción del programa de capacitación del mantenimiento, demostración de los procedimientos de mantenimiento y calibración, evaluación de los resultados obtenidos con la capacitación, programación de la capacitación.

5.2.1 Descripción del programa de capacitación del mantenimiento

Al comienzo del programa el instructor explica en qué consiste lo que va a aprender el participante, por qué es importante tener claro, cuándo debe aplicarse y el propósito de la habilidad o tarea que va a enseñar.

5.2.2 Demostración de los procedimientos de mantenimiento y calibración

Una vez descrito el procedimiento, debe demostrarse paso a paso, señalando a la vez los puntos más importantes:

- Debe ser correcto, tratando de no usar métodos deficientes.
- Debe ser visible cuidando la posición al momento de demostrarse.
- Debe explicarse la demostración en forma clara, sencilla.
- La persona que redemuestre va servir de modelo, que bien puede ser el mismo instructor u otro trabajador que realiza la tarea de manera correcta. De este modo el participante podrá aprender las actitudes positivas que quiere lograrse.

5.2.3 Evaluación de los resultados obtenidos con la capacitación

La evaluación tiene dos etapas, antes de la descripción de la tarea y después de ella:

a. Antes de la capacitación

Se pide al trabajador que ejecute la tarea que se le va a enseñar, esto con el fin de evaluar como está el desempeño del mismo, así se tendrá un conocimiento de cuanto conoce el participante la tarea antes de la capacitación.

b. Después de la capacitación

En esta etapa se evalúa la ejecución de la tarea enseñada con el fin de medir si fue efectiva. El instructor deja que el trabajador haga la tarea solo utilizando la técnica de observación. Si hay que corregir lo hace al final. Si es necesaria una vez terminada la actividad, el instructor conjuntamente con el técnico va realizando la evaluación de la tarea ejecutada reconociendo los aspectos débiles y reforzándolos a la vez, así mismo hace de su conocimiento al técnico el promedio alcanzado y los resultados encontrados durante la capacitación.

5.2.4 Programación de la capacitación

Las charlas se darán una vez por semana durante un mes, dichas charlas deberán ser aprobadas por el jefe del departamento de manera que todos los coordinadores de las secciones y los técnicos puedan asistir a ellas. Estas charlas serán impartidas en el salón de reuniones del departamento. Ver tabla X.

Tabla X. **Plan de capacitación propuesto**

No	Actividad	Semana
1	Charla sobre seguridad: uso de equipo de protección personal	Primera semana
2	Charla de manejo correcto de los equipos	Segunda semana
3	Charla de presentación de procedimientos	Tercera semana
4	Presentación de resultados	Cuarta semana

5.3 Elementos básicos referentes a salud

El personal está en riesgo de adquirir problemas de salud, en relación al manejo de combustibles (super, regular, diesel, fuel oil):

- a. Riesgo de posibles efectos irreversibles.
- b. La aspiración por los pulmones puede causar inflamación pulmonar.
- c. Contacto prolongado / repetido puede causar inflamación de la piel y verrugas malignas.
- d. Exposición prolongada a altas concentraciones de vapores puede causar deterioro mental, jaquecas, mareos, náusea, irritación de ojos y ductos nasales, irregularidad cardíaca, convulsiones, asfixia, inconsciencia y hasta la muerte.
- e. La presencia de estas sustancias a bajas concentraciones y condiciones de manejo seguras no produce ningún peligro toxicológico.

5.4 Elementos importantes en cuanto a seguridad

El establecimiento de un procedimiento ordenado, uniforme, continuo y programado puede conseguir el alargamiento de la vida útil de los equipos y consecuentemente la reducción de los accidentes.

Desde el punto de vista práctico, para que todas las operaciones de mantenimiento se realicen con seguridad se deben incorporar continuamente al programa de mantenimiento preventivo, instrucciones de trabajo y normas de seguridad para las diferentes tareas con riesgo de accidente.

5.4.1 Equipo de protección

El equipo de protección será utilizado para proteger al trabajador de los peligros que puedan atentar en contra de su seguridad y salud, peligros que no han podido ser eliminados de las actividades laborales que realiza. Comprende, tanto el equipo de protección personal que se utiliza para proteger las diferentes partes del cuerpo del trabajador, como el equipo de protección para el equipo, diseñado para proteger las partes del equipo que se encuentren expuestas y que puedan presentar algún peligro.

5.4.1.1 Equipo de protección personal

Después de conocer los distintos riesgos a los que se pueden encontrar expuestos los trabajadores, es necesario precisar el tipo de protección personal con que se debe contar.

La protección personal no es más que el uso de accesorios apropiados para la protección de todo el cuerpo, expuesto a cualquier tipo de riesgo.

Precisamente aquí se involucra la presencia del trabajador deseándole de él su buena voluntad y plena consciencia para no provocar accidentes, pues él será responsable de utilizar el equipo de protección personal.

Dentro del tipo de protección personal con el que debe contar el Departamento de Fiscalización Técnica están:

- **Guantes:** protegerán a los trabajadores de las salpicaduras de fluidos, electricidad, cortes, tienen recubrimiento de nitrilo especialmente diseñado para evitar la penetración de aceites, grasas y combustibles derivados del petróleo. Ver figura 58.

Figura 58. **Equipo de protección personal 1**



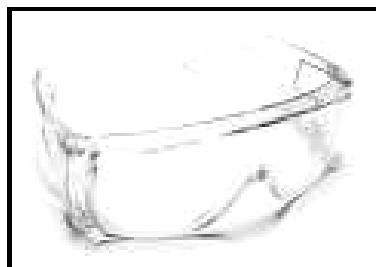
- **Botas:** Protegerán los pies de los trabajadores de las salpicaduras de combustibles, grasas, aceites y demás fluidos que se utilizan en estaciones de servicio de combustible, para esto se recomiendan botas de hule (Nitrilo y estireno, butadieno) con punta de acero. Ver figura 59.

Figura 59. **Equipo de protección personal 2**



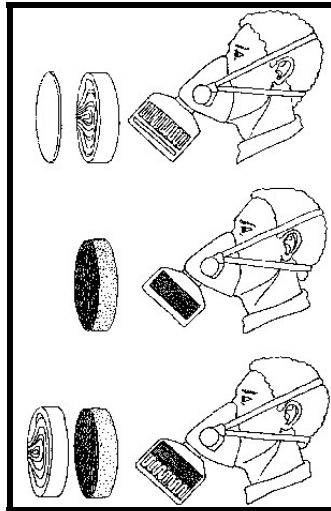
- **Lentes:** su función es proteger a los ojos; su mayoría son hechos de plástico endurecido con ventilación en los laterales, estos impiden lleguen a los ojos salpicaduras de combustible. Ver figura 60.

Figura 60. **Equipo de protección personal 3**



- **Mascarilla:** utilizada para filtrar gases del aire que se respira. Ver figura 61.

Figura 61. **Equipo de protección personal 4**



Se recomienda revisar el equipo de protección periódicamente, para verificar que se encuentre en buen estado, de no ser así debe de ser reemplazado rápidamente. Cuando se seleccione el equipo de seguridad a utilizar, debe de escogerse el que se ajuste a la fisonomía del trabajador, o bien escoger una talla estándar.

5.4.1.2 Equipo de protección para equipo

Existe equipo que no tiene un estuche adecuado para transportarlo, el cual puede llegar a dañarse si cae de las manos de los trabajadores. De la misma forma puede ocasionar un daño físico al trabajador. Por lo que es necesario cubrir los equipos con algún estuche plástico o de caucho.

5.5 Elementos fundamentales con relación al medio ambiente

El manejo de los desechos de combustibles, es de vital importancia para la conservación del medio ambiente, pueden provocar diversos daños si no se manejan correctamente.

Peligros generales:

- a. Tóxico a organismos acuáticos.
- b. Grandes volúmenes pueden penetrar en la tierra y contaminar aguas soterradas.
- c. Contiene componentes que persisten por largo tiempo en el ambiente.
- d. Tiene el potencial de acumularse en el ambiente.

CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de los procedimientos de mantenimiento, las rutinas de mantenimiento y la capacitación del personal, se espera mayor vida útil de los equipos del Departamento de Fiscalización Técnica, siempre y cuando el personal se involucre más en el cuidado y mantenimiento, ya que se pudo observar que dentro de las funciones de los técnicos y coordinadores no existe alguna que los comprometa en el mantenimiento de los equipos.
2. El Departamento de Fiscalización Técnica no cuenta con un registro interno del equipo que, por tal motivo, se diseñó la propuesta de codificación de equipos, con el afán de tener mayor control sobre los mismos, guardando un registro digital.
3. Ante la necesidad de un software para mantenimiento de los equipos del Departamento de Fiscalización Técnica, se desarrolló una base de datos con la ayuda de Microsoft Excel, con el afán de tener un registro digital del estado de los equipos, que en futuras adquisiciones de equipo se podrá tener un historial completo desde la compra hasta dar de baja el mismo.

4. El Departamento de Fiscalización Técnica del Ministerio de Energía y Minas, dado que es una entidad estatal, se ve comprometido a cumplir rigurosamente las normas relacionadas con el trato de desechos de combustible. En este caso se observó que sí cumplen las normas respecto al manejo de combustibles líquidos, los cuales se transportan desde las estaciones de servicio hasta el laboratorio principal en las instalaciones de la Dirección General de Hidrocarburos, y a su vez se regresan las muestras después de analizadas a la estación de servicio correspondiente. Respecto a la salud y seguridad, el personal posee el equipo y la instrucción adecuada para el manejo adecuado de las muestras.
5. La capacitación del personal es vital para todos los nuevos programas de mantenimiento, ya que el personal debe estar calificado para realizar las tareas de mantenimiento de equipos. Se estableció la secuencia de capacitación del personal, programando charlas semanales para el uso adecuado de los equipos y procedimientos de mantenimiento.
6. Dentro de los problemas observados en el Departamento de Fiscalización Técnica fue la falta de procedimientos para el cuidado de los equipos de forma preventiva, la solución a dicho problema, se programa por medio de la aplicación de rutinas de mantenimiento con fechas programadas que muestran exactamente la acción de mantenimiento que se deberá aplicar y la frecuencia con que se deberá llevar a cabo.

7. El Departamento de Fiscalización Técnica no cuenta con métodos establecidos que ofrezcan una orientación para la ejecución del mantenimiento preventivo. Los procedimientos de ejecución de mantenimiento propuestos, pretenden garantizar el buen estado y funcionamiento de los equipos

RECOMENDACIONES

1. Tomar en cuenta la propuesta de programa de procedimientos de mantenimiento y calibración de equipos, dado que muchos de los resultados esperados serán evidentes a mediano y largo plazo, de lo contrario el programa fracasará y no logrará alcanzar los objetivos propuestos.
2. Las funciones del nuevo puesto de “Técnico de Equipo”, las puede realizar alguno de los técnicos que ya laboran en el Departamento de Fiscalización Técnica, dado que ellos conocen ampliamente el equipo y podrían ejecutar a cabalidad los procedimientos de propuestos.
3. Los procedimientos, los formatos de mantenimiento, las rutinas de mantenimiento y la base de datos deben de ser revisados periódicamente. Con el afán de detectar errores o posibles mejoras de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bauymeisler, Theodore y otros. Manual del Ingeniero Mecánico. Novena edición. Colombia: Editorial Mc Graw-Hill, 1997.
2. Gil Moreno, Luis Alfredo. Diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo para el departamento de mantenimiento general de la refinería la libertad Perenco Guatemala Limited. Trabajo de graduación Ing. Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006.
3. Grimaldi, John y Simonds, Rollin. La Seguridad Industrial. México: Quinta edición, Editorial Alfaomega, 1996.

Referencias electrónicas:

1. Basculas revuelta.
www.basculasrevuelta.com.mx. Noviembre 2007
2. Dintersa.
www.dintersa.com. Octubre de 2007.
3. Garmin.
www.garmin.com. Enero 2008
4. Mantenimiento mundial.
<http://www.mantenimiento.com/mundial>.
5. Seraphinusa.
www.seraphinusa.com. Noviembre 2007
6. Solo mantenimiento.
<http://www.solomantenimiento.com>. Septiembre 2007

APÉNDICE 1

Figura 62. Procedimiento tubo de cristal A.1

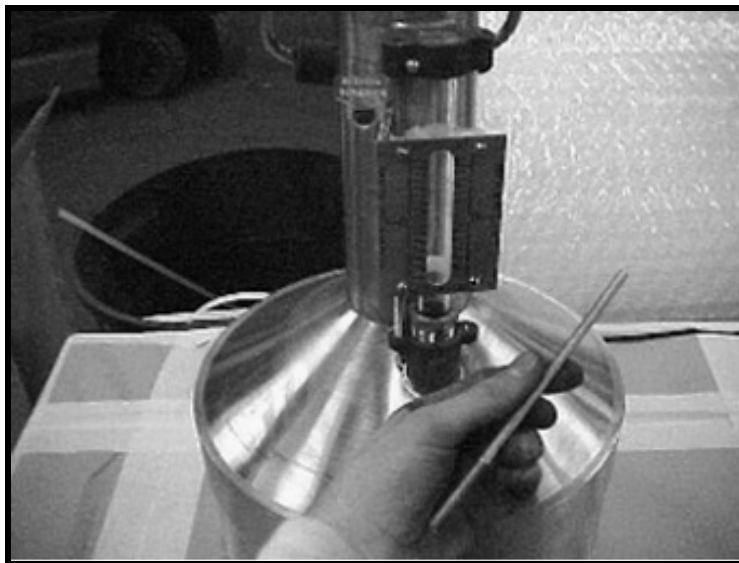


Figura 63. Procedimiento tubo de cristal A.2



Figura 64. Procedimiento tubo de cristal B.1

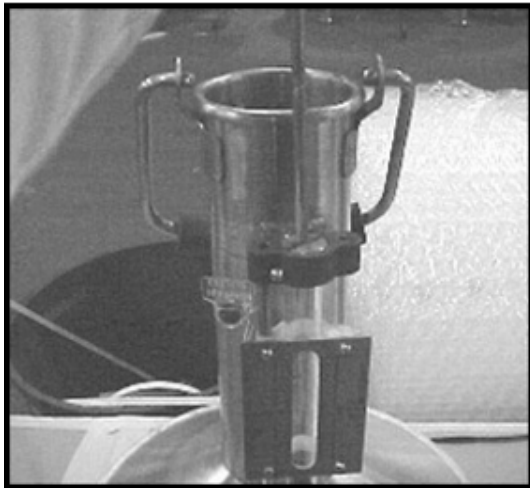


Figura 65. Procedimiento tubo de cristal B.2



Figura 66. Procedimiento tubo de cristal C



Figura 67. Procedimiento tubo de cristal D.1



Figura 68. Procedimiento tubo de cristal D.2

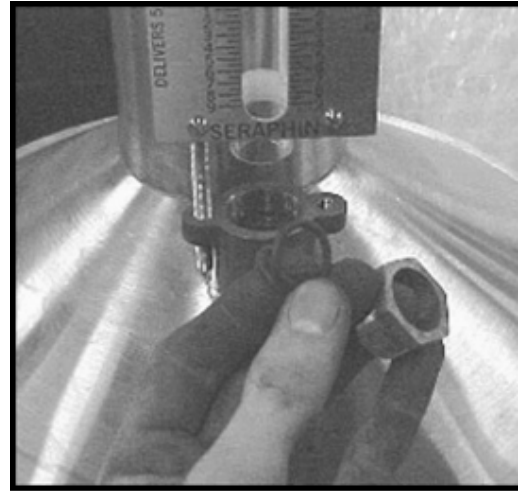


Figura 69. Procedimiento tubo de cristal D.3



Figura 70. Procedimiento tubo de cristal E



APÉNDICE 2

Figura 71. Cable RS232.1

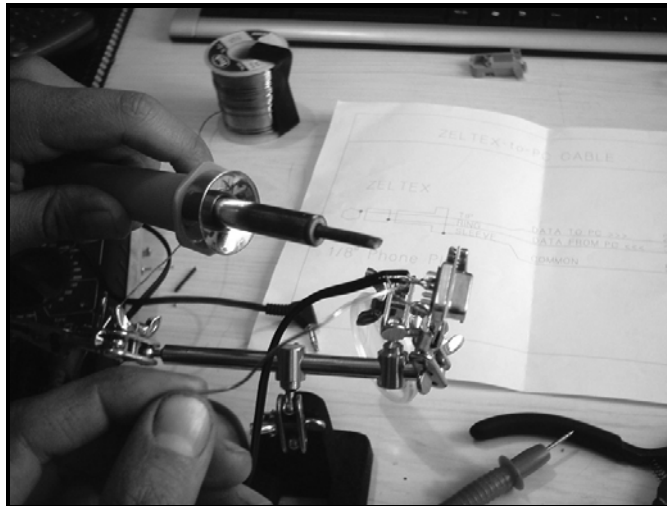


Figura 72. Cable RS232.2



Figura 73. Cable RS232.3

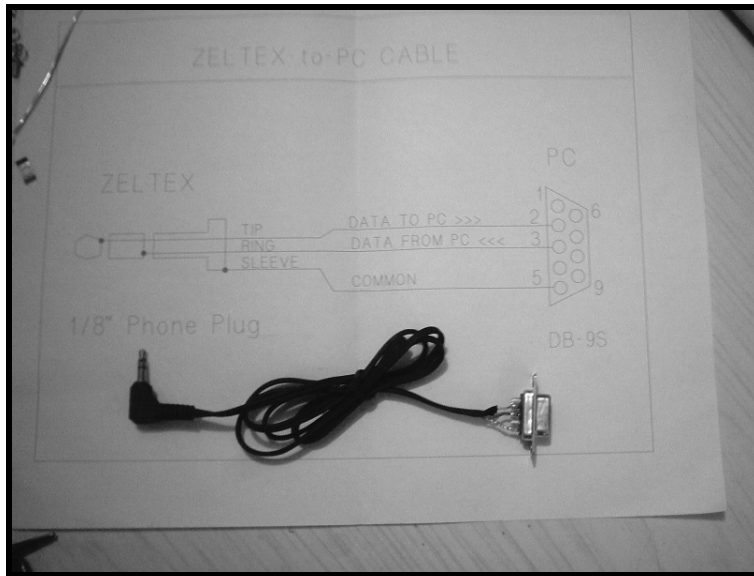


Figura 74. Configuración cable zeltex para pc

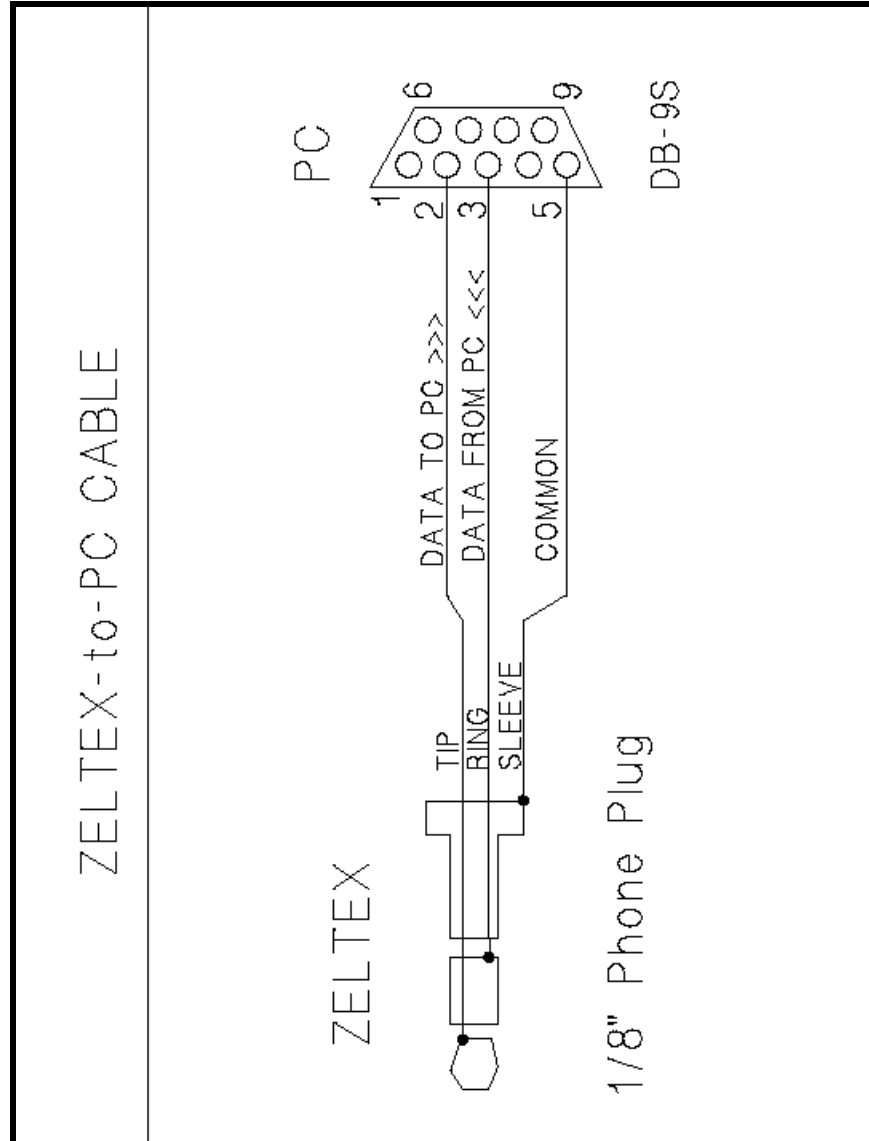
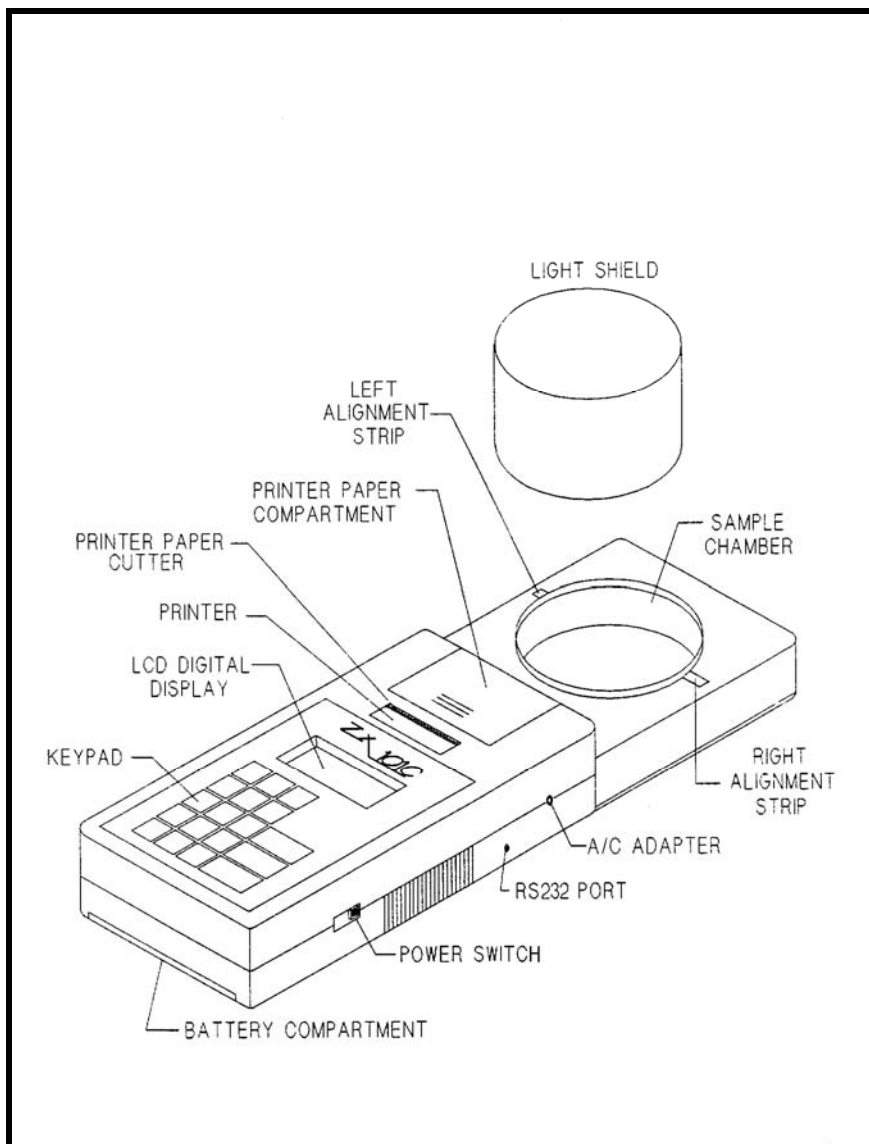


Figura 75. Apariencia y partes del ZX – 101c



ANEXO 1

Tabla XI. **Rutas de comisión**

No	CÓDIGO RUTA	NOMBRE RUTA	RUTA
1	RR1	Retalhuleu	San Sebastián, Retalhuleu, El Asintal y Champerico.
2	RS2	Suchitepéquez	San Bernardino, Mazatenango, Cuyotenango, San Francisco y Santo Domingo.
3	RS1	Suchitepéquez	Patulul, Santa Barbara, Río Bravo, Chicacao, San José el Ídolo, San Antonio, Samayac y Santo Tomas la Unión.
4	RQ1	Quetzaltenango	Zunil, Cantel, San Pedro Almolonga, Quetzaltenango.
5	RQ2	Quetzaltenango	Olintepeque, San Carlos Sija, La Esperanza, San Juan Ostuncalco, Sibia y Palestina de los Altos.

6	RQ3	Quetzaltenango	Retahuleu (San Martín Sapotitlan, San Felipe), Flores, Costa Cuca, Colomba Costa Cuca y Coatepeque.
7	RAV1	Alta Verapaz / Baja Verapaz	Purulha, San Jerónimo, Tactic, Santa Cruz Verapaz, San Cristóbal, Alta Verapaz, Quiche, Coban, San Juan Chamelco y San Pedro Carcha.
8	RAV2	Alta Verapaz / Baja Verapaz	Coban, Chisec, Playa Grande, Sayaxche y Fray Bartolomé de Las Casas. (Transversal del Norte).
9	RBJ1	Baja Verapaz /Alta Verapaz	Salama, Rabinal, Cubulco, San Miguel Tucuru, Santa Catalina La Tinta, Semattu, Panzos y Santa Maria Cahabon. (Ruta del Polochic).
10	RZ1	Zacapa	Tuculután, Río Hondo, Estanzuela y Zacapa.
11	RC1	Chiquimula / Jalapa	Chiquimula, Ipala, Camotan, Jocotan, Quezaltepeque, Olopa,

			Concepción Las Minas, Esquipulas, San Luis Jilotepeque (Jalapa).
12	RI1	Izabal.	Morales, Puerto Barrios y Livingston.
13	REP1	El Progreso / Zacapa	Sanarate, Sansare, Guastatoya, Morazan, San Agustín, San Cristóbal, Usumatlan, Huite y Cabañas.
14	RIZ2	Izabal / Zacapa	El Estor, Livingston, Los Amates (Izabal), La Unión y Gualán (Zacapa).
15	RP1	Petén	Flores, San Benito, Melchor de Mencos.
16	RP2	Petén	San Luis, Petén y Dolores.
17	RP3	Petén	La Libertad y Sayaxche.
18	RQUI1	Quiché	Pachalum, Joyabaj, Zacualpz, Chinique, Chiché, Santa Cruz del Quiché. RQUI2: Chichicastenango, Santa Cruz del Quiche, San Pedro Jocopilas, Sacapulas, Nebaj, Cunen, Uspantan y Chicamán.

19	RSR1	Santa Rosa	Pueblo Nuevo Viñas, Barberena, Santa Rosa de Lima, Nueva Santa Rosa, Casillas, San Rafael las Flores, Cuilapa y Oratorio.
20	RSR1	Santa Rosa / Jutiapa	Taxisco, Guazacapán, Chiquimulilla (Santa Rosa), Pasaco, Moyuta y Jalpatagua (Jutiapa).
21	RJUT1	Jutiapa	San José Acatempa, Quezada, Jutiapa, Santa Catarina Mita, Asunción Mita, Atescatempa y Jerez.
22	RJAL1	Jalapa	El Progreso, Monjas, San Manuel Chaparron, Jalapa, Mataquescuintla y San Pedro Pinula.
23	RE1	Escuintla	Palin, Escuintla y Guanagazara.
24	RECHIM1	Escuintla / Chimaltenango	Siquinala, Santa Lucia Cotzumalguapa, Masagua, San José, Iztapa (Escuintla), San Pedro Yepocapa (Chimaltenango).
25	RECHIM2	Escuintla / Chimaltenango	La Democracia, La Gomera, La Nueva Concepción, Pueblo Nuevo Tiquisate (Escuintla), San

			Miguel Pochuta (Chimaltenango).
26	RCHIMS1	Chimaltenango / Sacatepéquez	San Bartolome Milpas Altas, Santa María Cauque, Sumpango (Sacatepequez), El Tejar, Chimaltenango, San Martín Jilotepeque (Chimaltenango).
27	RCHIM1	Chimaltenango	San Andres Itzapa, Zaragoza, San Juan Comalapa, Patzicia, Acatenango, Patzun, Tecpan Guatemala y San José Poaquil.
28	RS1	Sacatepéquez	San Lucas Sacatepequez, Santiago Sacatepequez, Santa Lucia Milpas Altas, Antigua Guatemala, Santa María de Jesús, Jocotenango, Ciudad vieja, San Miguel Dueñas, Alotenango.
29	RTQ1	Totonicapán / Quetzaltenango	Salcaja (Quetzaltenango), San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán, San Francisco el Alto, Santa María Chiquimula,

			Momostenango, San Bartolo.
30	RSOL1	Sololá	Nahuala, Santa Clara La Laguana, San Juan La Laguana, Santa Lucia Uatlán, Solola, Panajachel, San Antonio Palopo, Godinez, San Lucas Toliman, Santiago Atitlán.
31	RH1	Huehuetenango	Huehuetenango.
32	RH2	Huehuetenango	Colotenango, San Pedro Necta, La Democracia, Menton, Santa Ana Huista, San Antonio Huista, Jacaltenango, Chantla, Todos Santos Chuchumatan.
33	RH3	Huehuetenango	Malacantancito, Huehuetenango, San Sebastián, Ixtahuacan, Ixtahuacan, Cuilco, Aguacatan, Chantla.
34	RH4	Huehuetenango	San Juan Ixcoy, San Pedro Soloma, Santa Eulalia, San Miguel Acatan, San Mateo Ixtatan, Santa Cruz Barillas.

Fuente: **Departamento de Fiscalización Técnica MEM**