



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

**DISEÑO DE LOS MANUALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL
SISTEMA DE ACEITE TÉRMICO Y DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL
UTILIZADO EN GESUR**

Edvin Saúl Quín Cruz

Asesorado por: Msc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano

Guatemala, agosto de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LOS MANUALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL
SISTEMA DE ACEITE TÉRMICO Y DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL
UTILIZADO EN GESUR**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

EDVIN SAÚL QUÍN CRUZ

ASESORADO POR: MSC. INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO DE
SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo 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. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Msc. Inga. Norma Ileana Sarmiento de Serrano
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIA	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:

DISEÑO DE LOS MANUALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ACEITE TÉRMICO Y DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL UTILIZADO EN GESUR,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería, con fecha de mayo de 2004.



Edvin Saúl Quín Cruz



Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecceña
Directora, a.i. Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Guatemala, 13 de julio de 2007
Ref. EPS. C. 401.07.07

Estimada Ingeniera Sarmiento Zecceña.

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, **EDVIN SAÚL QUIN CRUZ**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es **"DISEÑO DE LOS MANUALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ACEITE TÉRMICO Y DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL UTILIZADO EN GESUR"**.

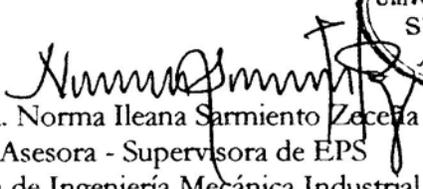
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país, principalmente en el apoyo técnico a entidades privadas en la búsqueda de soluciones viables a los problemas que atraviesan y que al final beneficiarán a la sociedad en general.

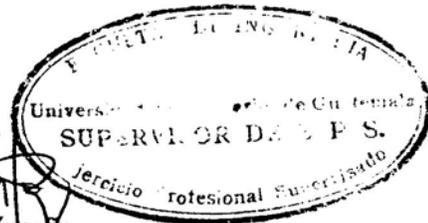
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"D y Enseñanza a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecceña
Asesora - Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZ/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE LOS MANUALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ACEITE TERMICO Y DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL UTILIZADO EN GESUR**, presentado por el estudiante universitario **Edvin Saúl Quín Cruz**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2007.

/mgp



Guatemala, 13 de julio de 2007
Ref. EPS. C. 401.07.07

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

Estimado Ingeniero Gómez Rivera.

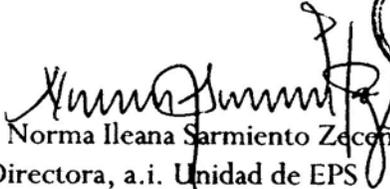
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LOS MANUALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ACEITE TÉRMICO Y DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL UTILIZADO EN GESUR"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **EDVIN SAÚL QUIN CRUZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña.

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, en mi calidad de Directora, a.i. apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"D y Enseñad a Todos"


Ing. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Directora, a.i. Unidad de EPS



NISZ/jm



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 **DISEÑO DE LOS MANUALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE ACEITE TÉRMICO Y DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL UTILIZADO EN GESUR**, presentado por el estudiante universitario **Edvin Saúl Quín Cruz**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR A.I.
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2007.



/mgp

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por ser mi salvador, mi escudo y fortaleza en mi vida.
- MIS PADRES** Ambrosio Quin Chihuil
María Isabel Cruz Román
Por la dedicación, esfuerzo y sacrificio, se los agradeceré toda mi vida, los amo con todo mi corazón.
- MIS HERMANAS** Berta Lidia, Aura Isabel, María Luisa
Por el apoyo que me brindaron durante mi carrera.
- MI HERMANO** Mario Humberto.
Por el apoyo que me brindó durante mi carrera.
- MIS SOBRINAS** Joseelyne Isabel, Lilian Johana, Arlin Ileana, Angélica María, Cynthia Karissa, por su dulzura y cariño.
- MIS SOBRINOS** David Alberto, JB, por su energía y cariño.
- MIS FAMILIARES** Mi respeto y cariño.
- ING. LUDIN GEOVANNY
RECINOS** Por el apoyo en la realización del presente trabajo de graduación.
- HÉLEN JUDITH
RECINOS** Por su apoyo y cariño en la parte final de mi carrera profesional.
- MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE ESTUDIO**

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería, por haberme hecho un profesional en sus aulas.

Msc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano

Por brindarme su asesoría, comprensión y apoyo en la realización de mi trabajo de graduación.

Generadora del Sur (GESUR)

Por abrirme sus puertas para la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), en tan prestigiosa empresa

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes de la planta de generación de energía del sur “GESUR”	1
1.2 Ubicación de la planta	1
1.3 Mercado	2
1.4 Estructura organizacional	4
1.5 Planta de generación número tres	5

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Aspectos generales de mantenimiento	9
2.1.1 Definición de mantenimiento	10
2.1.2 Importancia del mantenimiento	10
2.2 Tipos de mantenimiento	10
2.2.1 Mantenimiento de avería	10
2.2.2 Mantenimiento correctivo	11

2.2.3	Mantenimiento preventivo	12
2.2.4	Mantenimiento predictivo	15
2.2.5	Mantenimiento proactivo	16
2.3	Costo de mantenimiento	16
2.4	Funcionamiento de motores utilizados para generación de energía	18
2.5	Transferencia térmica	22
2.5.1	Fluidos para transferencia térmica	22
2.5.2	Utilización del aceite para transferencia térmica	23
2.5.3	Propiedades que debe de cumplir los aceites térmicos	23
2.6	Calderas de recuperación	25
2.7	Seguridad e higiene en el trabajo	26
2.7.1	Generalidades	27
2.7.1.1	Accidentes de trabajo	27
2.7.1.2	Enfermedades Ocupacionales	28
2.7.2	Actos inseguros	28
2.7.3	Condiciones inseguras	29
2.7.4	Factores de riesgo	29
2.7.4.1	Tipos de riesgo	30

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1	Diagrama de recorrido del aceite térmico en planta número tres	31
3.2	Equipo instalado en el sistema de circulación	33
3.2.1	Válvulas de paso de dos vías	33
3.2.2	Válvulas de paso de tres vías	34
3.2.3	Válvulas reguladoras de flujo	35
3.2.4	Válvulas de alivio	36
3.2.5	Bombas primarias	37

3.2.6 Bombas secundarias	37
3.2.7 Bombas boosters	38
3.2.8 Filtros	38
3.2.9 Calderas	38
3.2.10 Tanque de almacenamiento (sump tank)	39
3.2.11 Tanque de expansión	40
3.3 Estado actual del sistema de circulación	41
3.4 Tipo de mantenimiento actual	44
3.5 Periodicidad del mantenimiento actual	44
3.6 Tipo de fluido de transferencia térmica utilizado	46
3.6.1 Propiedades del aceite térmico Chevron grado 22	46
3.7 Condiciones actuales de seguridad e higiene	49
3.7.1 Actos y condiciones inseguras	49
3.7.2 Señalización	52
3.7.3 Prevención de incendios	52
3.7.4 Equipo de protección personal	55
3.7.4.1 Equipo de protección auditiva	57
3.7.5 Orden y limpieza	57

4. PROPUESTA DE MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1 Estandarización de las actividades de mantenimiento	59
4.1.1 Estandarización de tareas por equipo	60
4.2 Programa de mantenimiento	90
4.2.1 Clasificación de las tareas a realizar para el mantenimiento	91
4.2.2 Clasificación de las frecuencias de ejecución de tareas por equipo	92
4.2.3 Listado de tareas de mantenimiento por equipo	93

4.3 Administración del mantenimiento	106
4.3.1 Personal encargado de la ejecución de tareas de mantenimiento	106
4.3.2 Ordenes de trabajo	107
4.3.3 Reportes de ejecución de trabajos de mantenimiento	108
4.4 Control de mantenimiento	108
4.4.1 Formatos de registro de mantenimiento	108
4.4.1.1 Ficha técnica	108
4.4.1.2 Control de órdenes de trabajo	109
4.4.1.3 Historial de órdenes de trabajo	110
4.5 Mantenimiento predictivo	113
4.5.1 Mantenimiento predictivo del aceite térmico	114
4.6 Costo de implementación de mantenimiento preventivo	115

5. PROPUESTA DE MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

5.1 Administración y Dirección	119
5.2 Capacitación al personal operativo	120
5.3 Normas generales	124
5.3.1 Cuidado de los equipos	125
5.3.2 Orden y limpieza	125
5.3.3 Inflamabilidad del aceite térmico	126
5.3.4 Almacenamiento de materiales	126
5.4 Equipo de protección personal	128
5.4.1 Equipo de protección auditiva	131
5.4.2 Equipo de protección contra fluidos de altas temperaturas	132
5.4.3 Equipo para contingencia o accidentes	132

5.4.4 Normas de uso de equipo de protección personal	132
5.5 Costo de implementación del manual de seguridad e higiene	133
CONCLUSIONES	137
RECOMENDACIONES	141
BIBLIOGRAFÍA	143
ANEXOS	145

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Ubicación de planta generadora GESUR	2
2	Planta generadora GCA	6
3	Organigrama de la empresa.....	7
4	Gráfica de análisis de costos.....	18
5	Motores utilizados para generación de energía tipo 8M 552C	19
6	Sección transversal de turbo cargador Tipo TPL-A, de ABB.....	20
7	Proceso continuo de mejoras en seguridad e higiene en el trabajo.....	27
8	Diagrama de recorrido de aceite térmico en planta GCA.....	32
9	Válvulas de paso de tres vías	35

10	Válvula reguladora de flujo.....	36
11	Válvula de alivio.....	36
12	Bomba centrífuga.....	37
13	Caldera de aceite térmico maxxtec.....	39
14	Sump tank.....	40
15	Tanque de expansión de aceite térmico	41
16	Diagrama Causa y Efecto del sistema de transferencia térmica....	43
17	Gráfico de tareas de mantenimiento donde no utilizaron equipo de protección personal adecuado.....	50
18	Partes de una válvula de paso de dos vías.....	62
19	Área a lubricar en una válvula accionada eléctricamente.....	65
20	Tapadera protectora de la válvula accionada eléctricamente.....	66
21	Pares de apriete comunes de tuercas hexagonales.....	75
22	Organización de comunicación en la realización de tareas de mantenimiento.....	107

23	Formato de orden de trabajo y reporte de ejecución de trabajo de mantenimiento.....	111
24	Formato de ficha técnica de control	112
25	Formato de control de órdenes de trabajo.....	113
26	Señales de advertencia	121
27	Señales de prohibición	122
28	Señales de obligación	123
29	Señales de equipo contra incendios	123
30	Temperatura de entrada y salida del aceite térmico en caldera.....	145

TABLAS

I	Lista de limpieza de filtro de aceite térmico De GCA	45
II	Datos de prueba típicos	48
III	Propiedades térmicas , Chevron heat transfer oil Grado 22	48
IV	Observación de tareas donde no utilizaron equipo de protección personal adecuada.....	50
V	Descripción de extintores de polvo químico seco (PQS).....	53
VI	Descripción de extintores de bióxido de carbono (CO ₂).....	53
VII	Inventario de extintores de planta GCA.....	55
VIII	Propuesta de calendarización de frecuencias de tareas de Mantenimiento por equipo para el año 2008.....	93
IX	Costo anual de implementación de mantenimiento preventivo.....	117
X	Calendarización de capacitaciones para personal operativo sobre temas de seguridad e higiene en el trabajo.....	120

XI	Combinación de colores	121
XII	Costo de implementación de manual de seguridad e higiene en el trabajo.....	134
XIII	Clasificación de los tipos de incendio.....	147

LISTA DE SÍMBOLOS

MW	Megawatts
GCA	Nombre denominada a una sub-planta de Generación de energía
KFM	Marca de válvulas de control de temperatura
Gls	Galones
PSI	Libras por pulgada cuadrada
°C	Grados centígrados
°F	Grados Fahrenheit
PQS	Polvo químico seco
ABC	<i>Three class</i>
CO₂	Dióxido de carbono
Lbs	Libras
cSt	Centistocks
NTP	Programa nacional de toxicología
IARC	Agencia internacional de investigación de cáncer

GLOSARIO

Agua suavizada	Agua que se encuentra en un rango cercano a cero de ppm de carbonato de calcio.
Aleación	Producto homogéneo, de propiedades metálicas, compuesto de dos o más elementos, uno de los cuales, al menos, debe ser un metal.
Bombeabilidad	Capacidad de elevar agua u otro líquido por medio de una bomba
Centrífuga	Acción de alejar del centro o tiende a alejar de él.
Cigüeñal	Eje con codos que transforma un movimiento rectilíneo en circular.
Compresor	Máquina que disminuye el volumen de una determinada cantidad de aire y aumenta su presión por medios mecánicos.
Craqueo	Romper, por elevación de temperatura, las moléculas de ciertos hidrocarburos con el fin de aumentar la proporción de los más útiles.
Filtro automáticos	Filtros de auto limpieza, que se lleva a cabo al tener una diferencia considerable de presión a la entrada y salida del filtro.

Generador	Equipo que convierte la energía mecánica en eléctrica con medios electromagnéticos.
Hidrocarburo	Compuesto resultante de la combinación del carbono con el hidrógeno.
Ignición	Acción que inicia o desencadena ciertos procesos físicos o químicos, encendido de combustible por un fuerte calor.
Marmita	Olla de metal con tapadera ajustada.
Neumático	Mecanismo accionado con aire u otro gas
Oleotérmico	Oleadas, torrentes o turbulencias de calor o vapor a altas temperaturas.
Parafínico	Mezcla de hidrocarburos que se obtienen como subproducto de la destilación del petróleo.
Polaina	Especie de media calza, hecha regularmente de paño o cuero, que cubre la pierna hasta la rodilla.
Presurización	Mantener la presión normal en un recinto, independientemente de la presión exterior.
Pulverizar	Esparcir un líquido en partículas muy tenues, a manera de polvo.

Robots	Extintores de fuego, comúnmente de 125lbs. De Polvo químico seco.
Separadores centrífugos	Son equipos que sirven para separar una mezcla utilizando como medio de ayuda la velocidad centrífuga.
Serpentín	Tubo largo en línea espiral o quebrada que sirve para facilitar el intercambio térmico.
Sintético	Producto obtenido de bases químicas
Tamiz	Cedazo muy tupido
Turbina	Rueda con paletas curvas colocadas en su periferia que recibe un determinado flujo por el centro y lo despide en dirección tangente a la circunferencia, con lo cual aprovecha la energía
Vaho	Vapor que despiden los cuerpos en determinadas condiciones
Viscosidad	Propiedad de los fluidos que caracteriza su resistencia a fluir.

RESUMEN

La planta GESUR se encuentra ubicada en un mismo terreno en compañía de una planta textil, talleres de mecánica, soldadura, tornos, embobinados, bodegas, oficinas administrativas y algunas viviendas, todo ello del mismo propietario. Esta planta es la encargada de la generación de energía eléctrica para uso interno y también vende energía al sistema eléctrico nacional interconectado.

La energía es generada por medio de motores de combustión interna, en el proceso de generación de energía es de suma importancia el sistema de aceite térmico porque es el encargado de brindarle las condiciones adecuadas en temperatura y viscosidad al combustible.

El presente trabajo de graduación trata sobre el diseño de los manuales de mantenimiento preventivo del sistema de aceite térmico y seguridad e higiene en el trabajo utilizado en Gesur, se realizó con el fin de poder prolongar la vida de los equipos sometidos a esfuerzos y trabajos excesivos y el aseguramiento de la seguridad e higiene en el trabajo. Elaborado de acuerdo a las recomendaciones y sugerencia de los fabricantes de los equipos y también en base a la experiencia obtenida en el trabajo.

Este manual propone mejoras en relación a la estandarización de actividades de limpieza, lubricación e inspección de piezas, junto con una clasificación y listado de tareas a realizar por equipo, una mejor administración y control de órdenes de trabajo, reportes, registros e historial de mantenimientos. Adquiere una mayor importancia cuando se hace evidente la

necesidad de obtener resultados satisfactorios en relación a una buena regulación de temperatura para llevar a cabo una buena transferencia térmica entre fluidos.

Es determinante la implementación de este manual de mantenimiento preventivo para poder llevar a cabo el importante proceso de generación de energía, que se distribuye luego a cientos de consumidores y familias de Guatemala. Sin descuidar también un área importante que tiene relación con las personas involucradas en este proceso como lo es la seguridad e higiene en el trabajo, se ha diseñado un manual del mismo con el fin de asegurar el bienestar físico de las personas que laboran dentro de la empresa.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar los manuales de mantenimiento preventivo y de seguridad e higiene en el trabajo que permita garantizar la funcionalidad del trabajo realizado por el sistema de circulación del aceite térmico para que funcione de una manera eficiente y prolongar la vida útil de los equipos, garantizando el bienestar físico de los empleados.

ESPECÍFICOS

1. Determinar un intervalo de tiempo adecuado para la ejecución de las tareas de mantenimiento.
2. Conservar en óptimo estado los equipos instalados en el sistema de aceite térmico.
3. Garantizar la funcionalidad adecuada de los equipos para obtener una buena regulación de temperatura y con ello una buena transferencia térmica.
4. Desarrollar formatos claros y concisos de órdenes de trabajo, reportes y controles de mantenimiento.

5. Brindar suficiente información en relación a la vestimenta y equipo de protección personal necesario para trabajar bajo normas de seguridad e higiene.
6. Mostrar a los trabajadores los riesgos a los que pueden estar expuestos si no se combate adecuadamente un conato de incendio.
7. Impartir capacitaciones con el fin de adiestrar a los empleados en el uso correcto de los extintores y equipo contra incendios.

INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica es un servicio indispensable en todos los hogares del país, por ello la planta de generación GESUR es una de las encargadas a nivel nacional de generar energía mediante el uso de motores de combustión interna. Los equipos sufren un desgaste que va influyendo en el grado de desempeño de la función que debe de realizar, para poderlos conservar en óptimas condiciones se debe de brindar un cuidado especial, anteponiéndose y previniendo cualquier riesgo que influya en la operación de la máquina, es evidente la necesidad del mantenimiento que dará como resultado un mejor desempeño y además un prolongamiento de la vida útil del equipo.

La siguiente propuesta se obtuvo de la realización del ejercicio profesional supervisado (EPS) que tiene como propósito la elaboración de un manual de mantenimiento preventivo del sistema de aceite térmico, el cual es utilizado en generación de energía. El aceite térmico juega un papel fundamental dentro de este proceso y es por ello que es necesario brindarle un cuidado especial, evitando cualquier fallo o anomalía dentro del sistema de circulación para realizar su trabajo de la mejor forma.

El sistema de aceite térmico dentro de esta planta ha sido relegado a un segundo plano, no brindándole la atención que se merece, dejando algunos de los equipos sin mantenimiento programado, se ha utilizado únicamente el tipo de mantenimiento correctivo.

Es imposible conservar un sistema libre de fallas, pero sí se pueden reducir hasta un porcentaje mínimo, y es por ello que se presenta una

propuesta que se basará en el mantenimiento preventivo, programado de acuerdo con las condiciones y exigencias de los equipos, asimismo se orienta hacia una buena administración y controles de mantenimientos.

Al inicio se encuentra una descripción de la empresa, el mercado al que debe de cumplir con la demanda energética y de la ubicación, así como de su historia en relación a su crecimiento en capacidad instalada de generación de energía y un poco sobre los planes a corto y largo plazo, también se muestra la estructura organización de la planta, el personal operativo como recurso importante.

En el capítulo dos se hace mención de los conceptos importantes de mantenimiento, los tipos de mantenimiento que pueden ser aplicados de acuerdo al fin que conlleva cada uno. Se menciona y describe el funcionamiento de los motores utilizados para generar energía, se describe de forma clara en qué consiste la transferencia térmica y las propiedades que se deben de cumplir por parte del fluido utilizado para la realización de ella; se amplía el tema de seguridad e higiene en el trabajo, accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales.

En el capítulo tres se describe la situación actual de la empresa en relación con la descripción de los equipos que se utilizan para la circulación de aceite térmico y el tipo de mantenimiento que se le brinda a cada uno de ellos y el estado en el que se encuentran. Se menciona también las condiciones actuales de seguridad e higiene en el trabajo, señalización y equipo de protección personal utilizada.

En el capítulo cuatro se describe la propuesta del mantenimiento preventivo, detallando la estandarización de tareas, clasificación de tareas de

mantenimiento, frecuencias, administración del mantenimiento, órdenes de trabajo, reportes de ejecución, control de mantenimiento, formatos de registro, historial de mantenimientos y también el mantenimiento predictivo del aceite térmico.

En el capítulo cinco se hace la propuesta del manual de seguridad e higiene en el trabajo, donde se detalla la administración, capacitación del personal, normas generales, equipos de protección personal, equipos para contingencias o accidentes y el costo de implementación del mismo.

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes de la planta de generación

La planta de generación de energía (GESUR), está en funcionamiento desde el año 1996 e inició el proceso de generación con un solo motor Mak/Caterpillar 8M 552C, con un generador de 5 MW.

Actualmente la planta se subdivide en tres sub-plantas, la primera que es la más antigua, denominada Bluref I consta de cuatro motores Mak/Caterpillar 8M 552C con capacidad de 20 MW. La segunda planta, se denomina Bluref II, inició su funcionamiento en el año 2001 y consta de dos motores 6 CM 43 con generadores de 5 MW, cuatro motores 9 CM 43 con generadores de 7.5 MW y dos motores 12 CM 43 con generadores de 10 MW con una capacidad total de 60 MW. La planta número tres se denomina GCA, que es la más nueva, funciona desde el año 2003 y consta de dos motores 9 CM 43 Mak / Caterpillar, con generadores de 7.5 MW y produce 15 MW. En forma total actualmente la planta genera aproximadamente 95 MW.

1.2 Ubicación de la planta

La planta se encuentra ubicada en el kilómetro 30.5 de la carretera al pacífico, en la siguiente figura se presenta la ubicación.

Figura 1. Ubicación de planta generadora GESUR



© 1993-2003 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

⊗ Ubicación de la planta generadora

Fuente: Biblioteca de consulta Microsoft Encarta

1.3 Mercado

La cantidad de energía que se genera es distribuida a clientes privados y consumo propio, otra cantidad es entregada a la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A., para su posterior distribución. Los consumidores privados están divididos en cuatro bloques de acuerdo a su ubicación, los cuales son:

- a. Circuito Sur I
- b. Circuito Sur II
- c. Circuito Nor-Oeste
- d. Circuito Norte

El circuito sur I, lo componen los siguientes clientes privados: Agriplas S.A., Automariscos, American textil (cafetal), Arenas y piedras (Rocamina), Cafetal servicios, Calzado Mamut, Coffelandia, Cursa, Chon Won (Cafetal), Dae Jon, Frutico, Farma textil, Finca el Llano, Gasolinera Scott 77, Guayper, Guategrana (Rancho Grande), Grupo Buena (Pacayal), Ingenio Magdalena (Nueva Esperanza), Internacional de Brochas, Kwan Lim (Palín), Knitville, Las Victorias servicio y bombeo, L & J Kniting (Cafetal), Máquinas Exactas (Cafetal), Metacril S.A., Modas Alfa, Modas Amor (Nueva Esperanza), Multimart (proeasa)(Cafetal), Multiperfiles I y II, Palinsa, Proyectos Munir, Proyectos Integrales (Cafetal), Quilubrisa (DISAGRO).

El circuito sur II, lo componen los siguientes clientes privados: Banrural, Cajas y Cartones, Unitodo, Tejidos Baldosa, Uniplastic, Recsa, Ameth S.A., Calimero, Oheil Trims, Grupo Z (Oficinas), Importadora El Éxito, Infra, Infarma (Farmacéutica Industrial), Lote 29 A, Lote 29 B, La Esperanza, Nobel System (Proquirsa), Notyons Guatemala, Randy Hanger (Pacarsa), Antonio Chan, Rancho Grande, Shin Won, Verace (Cafetal), Zadik, Woo loo textil (Nueva Esperanza), World Fama (Nueva Esperanza), Deroyal (Nueva Esperanza), Jae Sun (Nueva Esperanza).

El circuito nor-oeste los componen los siguientes clientes privados: Alinsa, A & H, Bayer, Bloteca, Brisas del Sur (Generesa), Comer S.A., Cortes y Metales, Codidema, Didema, Ecotermo, Generesa S.A., Inversiones Monterrey, JK modas, Kwang Lim (Amatitlán), Lote 3 del Sur, Transportes M-Tala, Lote 9 del Sur (Zisteca), LPM2 (Cortes y Metales # 2), Mil Flores, Reyca, Residenciales Los Espárragos, Tappan, Turicentro La Ceiba, Vivero las Bugambilias.

El circuito norte lo componen los siguientes clientes privados: Exporcafé, Valle de la Mariposa, Mil Flores # 2.

Debido a la naturaleza de los consumidores de esta planta de generación, dentro de los que se pueden mencionar residenciales, turicentros, fábricas y algunos sectores de Amatlán y Palín, se hace evidente la necesidad de laborar 24 Hrs. por día, por lo que se emplean dos turnos de 12 Hrs. cada uno, para poder suministrar energía eléctrica, tanto para procesos laborales como para comodidad y alumbrados habitacionales.

1.4 Estructura organizacional

En el área profesional, la planta de generación es regida por un gerente general, que es prácticamente un enlace con el propietario de la planta. Luego se encuentra el Jefe de planta, que tiene a su alrededor a un ingeniero encargado del área de mantenimiento mecánico, un encargado del área de mantenimiento eléctrico y otro encargado del área de operaciones.

Al ingeniero encargado del área de mantenimiento mecánico le asisten dos ingenieros mas, uno encargado de los equipos auxiliares de la planta y otro encargado del taller mecánico.

En el área técnica se trabaja en turnos de 12 hrs. diarias, de 7a.m. a 7p.m., en cada uno de los dos equipos de trabajo existen jefes de turno, uno para la planta número 1 y otro que cubre las plantas 2 y 3; de la misma forma se distribuyen los operadores que son los encargados de monitorear y velar para que el funcionamiento de los motores utilizados para generación de energía, sea bajo las condiciones adecuadas y se cumpla con los requerimientos necesarios para el proceso de generación.

En cada una de las tres plantas existe un jefe de mecánicos que es el encargado de asignar, dirigir y controlar las tareas de mantenimiento con los mecánicos encargados de cada uno de los motores que se encuentran instalados en ellas. También se cuenta en cada una de las tres plantas con una persona encargada de las tareas de soldadura, otra para las tareas relacionadas con electricidad y una para limpieza.

Las tres plantas están bajo la supervisión de un Jefe de planta que es el encargado de la organización, planificación, dirección y control de las tareas de mantenimiento en general, y un Gerente de planta que se encarga de todo lo relacionado con el funcionamiento de la planta y además de proyectos y montajes de nuevos equipos, así como de tareas administrativas.

1.5 Planta de generación número tres

La planta de generación No. 3 llamada GCA, cuenta con un jefe de mecánicos en cada turno que es el responsable durante su turno de la funcionalidad tanto de los motores que se tienen instalados, como de los equipos complementarios (separadores centrifugos, filtros automáticos, etc.), y también de asignar, guiar e instruir a los mecánicos en las tareas de mantenimiento, debido a sus conocimientos y experiencia adquirida en el tiempo que tiene de laborar con esta maquinaria. Existen dos mecánicos y una persona encargada de la limpieza en cada turno, esta planta como se mencionó al inicio cuenta con dos motores Mak 9CM43 como se ilustra en la siguiente figura con generadores de 7.5 Mw.

Figura 2. Planta Generadora GCA



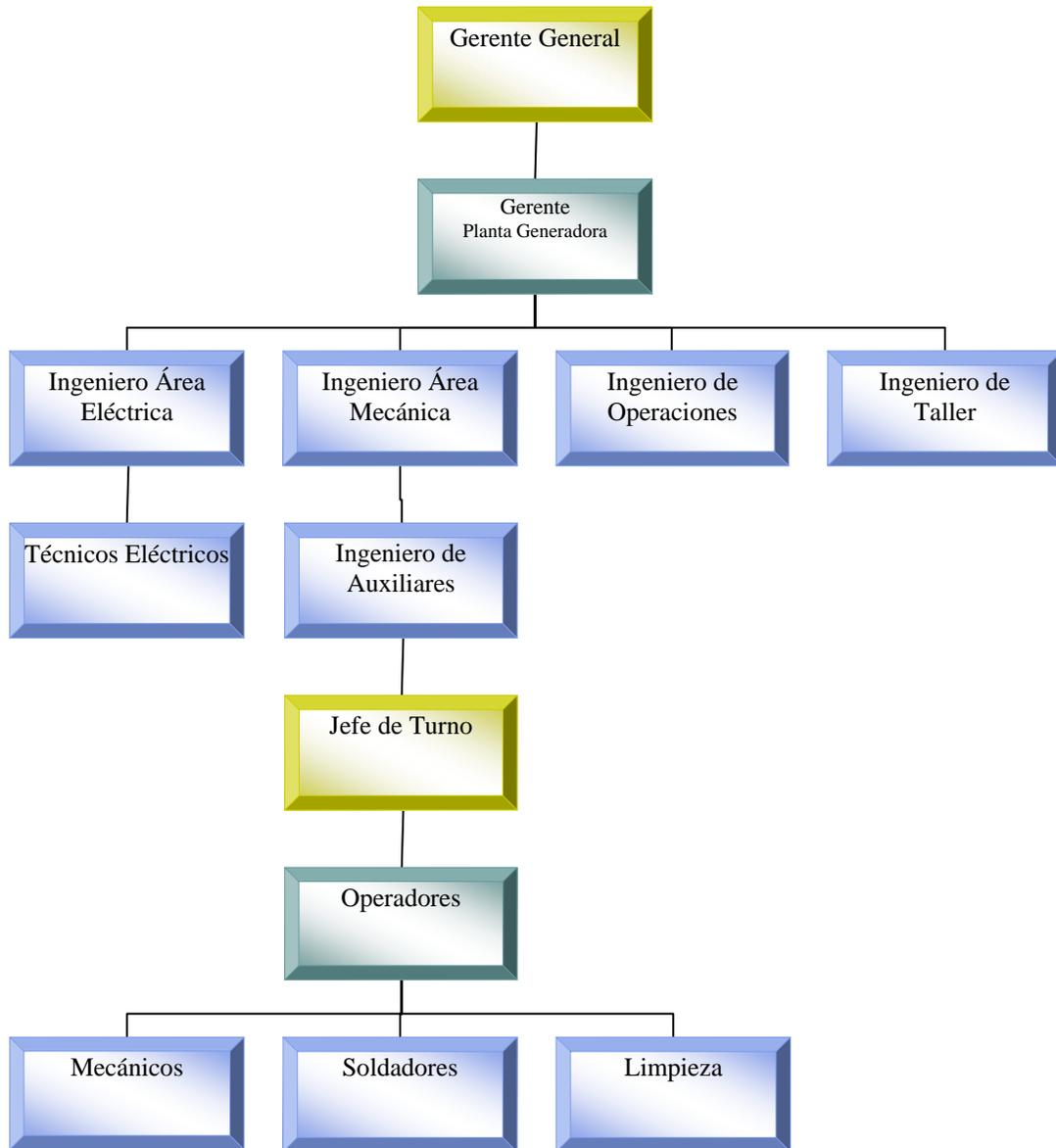
Existe un mecánico asignado a cada uno de los motores y es el encargado de la supervisión del mismo, tomando lecturas tanto de presiones y temperaturas en varios puntos específicos del motor, así como en los equipos complementarios cada dos horas. Los niveles de los tanques de aceite lubricante de los motores y conteo de ciclos de limpieza, presión de aire y temperatura del filtro automático de bunker se realizan cada hora.

Dada la situación, al momento de observar un cambio en las presiones o temperaturas que difiera de los rangos normales de funcionamiento o cualquier desperfecto mecánico que haya observado debe de informarle al jefe inmediato superior, en este caso el jefe de mecánicos.

El soldador asignado a esta planta se encarga de reparaciones o montajes de piezas donde sea necesaria su intervención; la persona de limpieza se encarga de todas las tareas relacionadas con su puesto.

El electricista asignado se encarga del mantenimiento del equipo eléctrico y electrónico, generador, así como de conexiones y desconexiones de energía a equipos electromecánicos, para su montaje o desmontaje.

Figura 3. Organigrama de la empresa



2. MARCO TEÓRICO

2.1 Aspectos generales de mantenimiento

El mantenimiento en general, tiene como fin conservar y garantizar el funcionamiento de cualquier equipo. El objetivo del mantenimiento es la conservación del servicio que están prestando los equipos; por lo tanto, se puede considerar que el mantenimiento es la serie de trabajos por ejecutar, a fin de mantener el servicio para el cual el equipo fue diseñado. En cualquier caso el personal de mantenimiento será el responsable de la conservación de la maquinaria o el equipo, ya que su labor está enfocada a que no se pierda el servicio que presta. Es inadmisibles pensar que tiene prioridad alguna ampliación o reconstrucción del equipo, sobre las labores de mantenimiento porque de ellas se obtienen mayores beneficios.

No se trata solamente de mantener, conservar y prevenir fallas, aumentando la vida útil de los equipos, si no que éstos garanticen un retorno de las inversiones. Los trabajos de mantenimiento exigen calidad, y sobre todo la aplicación de un criterio económico profundo. Existen ocasiones en las cuales es necesario realizar reparaciones de emergencia, pero éstas deben ser de alta calidad, a fin de programar posteriormente una reparación completa, pues de otra manera quizás se afectaría demasiado el servicio de la unidad, estas circunstancias deben ser supervisadas por una persona de mantenimiento que domine a la perfección estos conceptos.

2.1.1 Definición de mantenimiento ¹⁰

“Mantenimiento, es la serie de trabajos que hay que realizar en algún equipo, planta o método para conservarlo y proporcione el servicio para el que fue diseñado. La naturaleza crea pero no mantiene, por lo tanto el mantener es atributo del hombre.”

2.1.2 Importancia del mantenimiento

Un buen servicio de conservación de equipos e instalaciones busca reducir al mínimo los paros de trabajo, al mismo tiempo que hace más eficaz el empleo de los recursos humanos, para conseguir los mejores resultados con el menor costo posible. Las necesidades de tener una organización apropiada de mantenimiento, de poder programar y planear con acierto, han sido puestas de relieve por ejemplo, en la industria se ha reducido el costo de mano de obra directa, pero a la vez ha impuesto la exigencia de conservar debidamente los equipos y sobre todo el servicio que prestan en cualquiera que sea la actividad que realiza la empresa.

2.2 Tipos de mantenimientos

De acuerdo con la naturaleza y objetivos que se pretenden alcanzar, el mantenimiento se puede clasificar en la siguiente forma:

2.2.1 Mantenimiento de avería

Esta función se subdivide en reparación de averías y mantenimiento de averías.

La reparación de averías también se le llama propiamente curativo, aunque es un nombre que no se encontrará en los manuales de mantenimiento pero ha sido adoptado por la similitud que su actuación tiene con la del médico, cuya intervención se produce cuando el individuo ha caído enfermo y necesita los medios necesarios para curarle. De la misma manera la reparación de averías es una reacción que se produce cuando el equipo, máquina o instalación ha dejado de funcionar, con el consiguiente paro en la producción o función del equipo. Su función se inicia al presentarse la avería, es decir se diagnostica y de acuerdo con los resultados del mismo se planean actividades, recursos humanos, herramientas, repuestos y materiales para iniciar la reparación.

El mantenimiento de avería, a diferencia del anterior tipo de avería en la máquina ya se ha previsto, sea por medios estadísticos o por instrucciones del fabricante; aunque no se ha localizado en el tiempo, pero ya se ha elaborado un plan previo de reparación acorde con los recursos con que se cuenta: humanos, herramienta, materiales y repuestos que se han adquirido o localizado con anticipación.

2.2.2 Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento es parecido al de avería, se diferencia en que el correctivo no se encarga solamente de reparar el daño o sustituir la pieza que ocasionó el desperfecto por otra similar.

En tanto que el mantenimiento correctivo, se encargará no solo de sustituir la pieza que ocasionó el desperfecto, sino además identifica las causas que originaron la falla en la pieza, evaluando si es necesario reemplazarla por otra que se ajuste mejor a las exigencias del ritmo de trabajo y condiciones de

operación de la unidad. El mantenimiento correctivo y de avería son los que ocasionan los mayores costos de operación dentro de una empresa.

Las fallas en la maquinaria y equipo se originan por cualquiera de las siguientes fuentes: la máquina o el equipo mismo, el ambiente circundante, el personal que la interviene. Con relación a la máquina o el equipo mismo, depende de las propiedades mecánicas, químicas, eléctricas y electrónicas de sus partes; la calidad de los materiales empleados en ellas, la calidad misma de la marca y el fabricante de la unidad.

El ambiente circundante se toma como una fuente de fallas cuando éste es agresivo a la máquina, para alargar la vida de la misma es necesario construir un ambiente adecuado a ésta, a fin de reducir las fallas por esta fuente. El personal que la interviene se comporta como una fuente de fallas cuando sus habilidades manuales o de pensamiento lógico son de baja calidad, influyendo también el desconocimiento del equipo a asistir, por lo que la mano de obra de mantenimiento y operación del equipo, debe ser cuidadosamente seleccionada de acuerdo a cantidad y calidad.

2.2.3 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo puede definirse como la conservación planeada, teniendo como función conocer sistemáticamente el estado de equipos, máquinas e instalaciones para programar en los momentos más oportunos y de menos impactos en la producción, las acciones que tratarán de eliminar las averías que originan las interrupciones. Su finalidad es reducir al mínimo las mismas y una depreciación excesiva.

Debidamente dirigido, el mantenimiento preventivo es un instrumento de reducción de costos, que ahorra a las empresas recursos en conservación y operación. Un programa de mantenimiento preventivo, en la acción de mantener en buen estado el equipo, se realiza a través de las visitas, revisiones, lubricación periódica y limpieza.

a) Visitas. Son inspecciones o verificaciones que se ejecutan periódicamente en los equipos, instalaciones y máquinas para comprobar su estado, seguir la evolución de las anomalías aparecidas para eliminarlas antes de que lleguen a ser averías. Para ser consideradas como tales, las visitas deben:

- I. Verificar las inspecciones en el lugar de trabajo, comprobando si el equipo trabaja en condiciones de rendimiento óptimo.
- II. Ser rápida deteniendo el equipo el menor tiempo posible.
- III. La duración de una visita debe planearse para que no sea mayor de una hora. En el caso de ser necesario una intervención de mayor duración deberá acordarse previamente.
- IV. No desarmar órganos complejos, sin embargo se puede efectuar pequeños desmontajes para realizar la inspección siempre que no se exceda el tiempo ya establecido.
- V. Realizar pequeñas reparaciones que no provoquen una detención excesiva.
- VI. Utilizar en lo posible métodos no destructivos de inspección tales como rayos X, ondas ultrasónicas entre otros.

La puesta en marcha de las visitas se realizará como una serie de acciones sucesivas. Sin embargo, no es necesario que termine la precedente para iniciar la siguiente. La carga de trabajo, organización y métodos de las visitas deben ser previamente estudiadas con el objeto de:

1. Acortar al máximo el tiempo de ejecución.
2. Racionalizar las tareas de las visitas.
3. Formar o instruir al personal encargado para obtener normalización y disciplina en el trabajo.
4. Determinar las herramientas, aparatos de medición, etc. que se emplearan durante la visita.

El personal que efectuará las visitas tiene una gran responsabilidad por lo que debe tener conocimiento técnicos calificados para ser capaz de localizar las causas de posibles averías; además debe saber enfocar los problemas desde puntos de vista económico y no solamente técnico pues la mayor parte de sus decisiones las tomará sin posibilidad de consultar con sus mandos.

b) Revisiones. Son intervenciones que se realizan sobre instalaciones o máquinas para detectar o confirmar las anomalías localizadas durante la visita previa, reparándolas con el fin de dejar el equipo en condiciones de funcionamiento que evite la aparición de averías.

Las revisiones para ser consideradas como tales deben cumplir los siguientes requisitos:

1. Desmontar partes de las máquinas o instalaciones cuando, por consecuencia de la visita previa se detecta la posibilidad de existencia de anomalías.
2. Reparar las anomalías previamente señaladas por las visitas y otras detectadas durante la revisión.
3. Sustituir o reemplazar piezas sujetas a desgaste rápido de acuerdo con un programa establecido con anticipación. En esta actividad se tratará de normalizar las piezas que se reemplazan periódicamente.

Para facilitar las revisiones es conveniente prepararlas previamente, analizando las secuencias de desmontaje y montaje; y prever la herramienta y equipo necesarios. El personal, igual que el de las visitas, debe ser previamente adiestrado por lo que se puede adoptar la alternativa de asignar a personas específicas para un tipo de máquina o formar personal polivalente que revise todo tipo de equipo. La primera tiene la ventaja de formar personal especializado, pero la segunda ofrece la posibilidad de un mejor equilibrio de la carga de trabajo y necesidad menor de personal.

2.2.4 Mantenimiento predictivo

Este mantenimiento se maneja bajo la filosofía de entrar en acción antes de que se presente falla alguna en la maquinaria y equipo, con la diferencia en relación al mantenimiento preventivo, que se detecta la falla, se monitorea la progresión de la misma, estableciéndose las reparaciones necesarias en ella en un tiempo menor al especificado en las rutinas de mantenimiento preventivo, antes aún de que ocurra un paro total del equipo analizado, también lo compone el análisis de aceite programado, donde los parámetros son límites que permiten saber cuando los desgastes en los elementos se encuentran en una zona normal, aceptable o de seguridad; estos parámetros se crean a lo largo del monitoreo ya que el historial es lo único que permite tener los suficientes datos para crearlos.

El análisis periódico de aceite usado, consiste en una serie de pruebas destinadas a identificar y medir la contaminación y degradación de una muestra de aceite. Tres son las pruebas básicas:

1. Análisis de desgaste
2. Pruebas químicas y físicas
3. Análisis de las condiciones de aceite

A través del análisis de aceite se puede obtener la información del grado de desgaste que han sufrido los componentes durante determinados parámetros de trabajo ya sean estos horas, kilómetros, millas, etc. Por último también se incluye dentro del mantenimiento predictivo lo que es el análisis de vibraciones donde se generan espectros de vibraciones de las máquinas o equipos.

2.2.5 Mantenimiento proactivo

Al igual que el mantenimiento predictivo, se monitorea la falla y se anticipa a la misma, sin tener intervalos rígidos, con la salvedad que se corrige el diseño para evitar definitivamente que la falla se presente posteriormente.

2.3 Costo del mantenimiento

Para el administrador, el objetivo del mantenimiento es la conservación, ante todo, del servicio que están suministrando los equipos, instalaciones etc. Este es el punto esencial y no como erróneamente se ha creído, que el mantenimiento está obligado a la conservación de los elementos. El servicio es lo importante y no la maquinaria que lo proporciona. Por tal motivo se deben equilibrar, en las labores de mantenimiento, los factores esenciales siguientes:

1. Calidad económica del servicio
2. Duración adecuada del equipo
3. Costos mínimos de mantenimiento

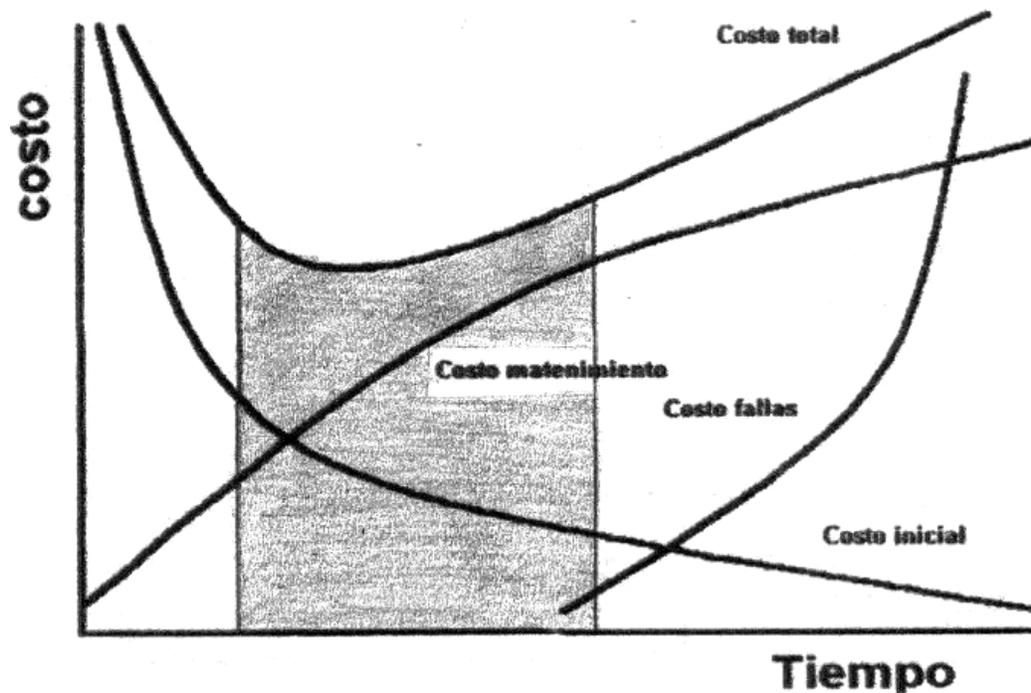
Desde el punto de vista de costo, estos tres factores dan a conocer que existe un costo total de servicio el cual resulta de:

1. Costo inicial del equipo considerando su depreciación
2. Costo de mantenimiento considerando su incremento
3. Costo de falta de servicio

La adquisición de equipo nuevo acarrea costos elevados, sobre todo que inicialmente su depreciación es acelerada, aunque esto se compensa por ser los costos de mantenimiento bajos, pues la expectativa de falla es menor. Conforme se usa el equipo, sus componentes se desgastan, aumentando la frecuencia de falla y como consecuencia, los gastos de mantenimiento son mayores. Un aumento de la frecuencia de fallas por falta de servicio, causa pérdidas en el ingreso que origina la prestación del mismo, de tal manera que el costo total aumenta tanto que hace prohibitivo el uso del equipo.

En la curva del costo total se nota que hay una zona donde es mínima en función del tiempo, siendo uno de los objetivos del mantenimiento que este sea lo más largo posible, dentro de las naturales limitaciones (obtención de repuestos principalmente.) pero cuando el costo total rebasa esta zona, la reposición del equipo es obligada.

Figura 4. Gráfica de análisis de costos



Fuente: Sistema de mantenimiento, planeación y control, Duffua Raouf Dixon.

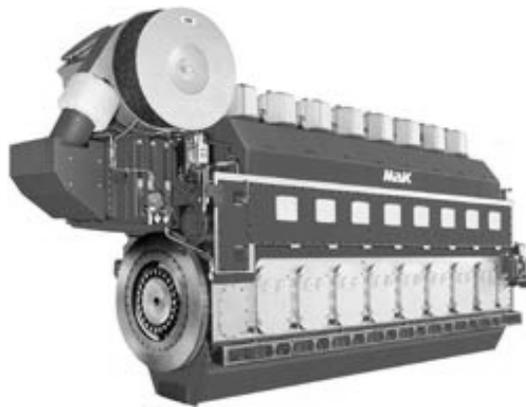
En la curva de costo total se nota que hay una zona interlineada donde el valor de dicha curva es mínimo en función del tiempo. Uno de los objetivos del mantenimiento es que ésta sea lo más larga posible, dentro de las naturales limitaciones.

2.4 Funcionamiento de los motores utilizados para generación de energía

Para generación de energía eléctrica mediante la utilización de motores de combustión interna, se puede utilizar diversas marcas de motores, entre ellas wartsila, MaK, Man, Caterpillar, etc.

En la siguiente figura se muestra un motor utilizado para generación de energía marca MaK del tipo 8M 552C, donde se puede apreciar en la parte superior el turbo cargador y justamente debajo de el se puede ver el intercooler.

Figura 5. Motores utilizados para generación de energía tipo 8M 552C



Fuente: CD, Mak / Caterpillar Germany

Los motores Mak / Carterpillar 9 CM 43 Diesel, son motores de bajas revoluciones diseñados para generación de energía y no adaptados. Estos motores son de nueve cilindros y se clasifica de acuerdo a la disposición de los cilindros, en motores en línea, son de cuatro tiempos o cuatro carreras las cuales son:

1. Carrera de admisión. En ella se induce solamente aire hacia el interior del cilindro del motor (Válvulas de admisión, abiertas.)
2. Carrera de compresión. Lleva el aire hasta una temperatura superior a la del punto de encendido del combustible (Ambas válvulas, cerradas.)
3. Carrera de expansión o potencia. La inyección del combustible se da durante la primera parte de ella, con una rapidez tal, que la presión se mantenga constante, siguiendo la expansión hasta el volumen inicial del cilindro (Ambas válvulas, cerradas.)

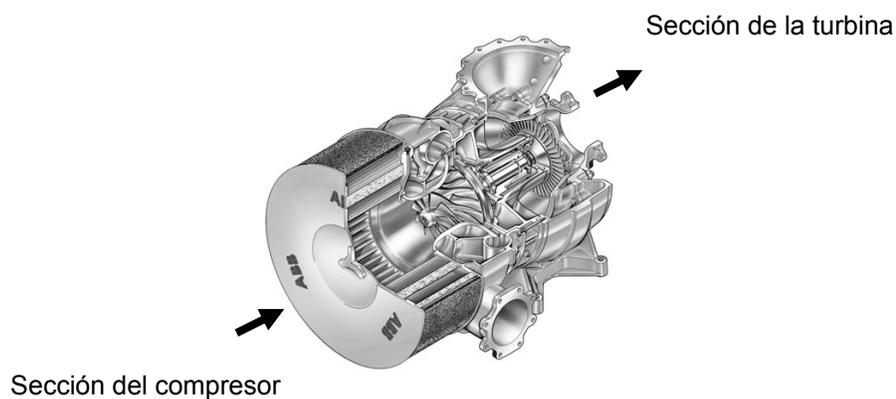
4. Carrera de escape. Para purgar del cilindro los gases quemados (Válvulas de escape, abiertas.)

El movimiento hacia arriba y abajo del pistón se conoce con el nombre de movimiento alternativo. Este movimiento se realiza en línea recta por lo tanto deberá ser transformado en rotativo o de giro para poderlo transmitir de esta forma al generador de energía, el mecanismo capaz de hacer esto es el de biela y manivela, el efecto de manivela lo realizan las partes acodadas del cigüeñal, las cuales describen un círculo cuando gira el eje. El motor tiene una velocidad nominal de 514 rpm, este tipo de motores son turboalimentados con el fin de aumentar la eficiencia del motor y economizar combustible.

El turbocompresor lo forman dos secciones:

- Sección del compresor
- Sección de la turbina

Figura 6. Sección transversal de turbo cargador TPL-A, de ABB



Fuente: ABB turbocharging

Las dos secciones se encuentran montadas sobre un eje común, los gases de escape hacen girar la turbina a alta velocidad y debido a que el compresor se encuentra montado sobre el mismo eje, gira a la misma velocidad forzando grandes sorbos de aire a través de su cubierta hacia el múltiple de admisión y finalmente a los cilindros del motor.

Las características de la turbo compresión son:

- Utiliza el calor y la presión de los gases de escape para enviar aire a los cilindros, proporcionando más oxígeno para mejorar la combustión.
- Da un mayor flujo de aire a través del motor, lo que da como resultado temperaturas de escape más bajas, contribuyendo así a prolongar la vida de las válvulas, de pistones y de anillos.
- Proporciona una rápida reacción al cambio de carga.
- Actúa como un silenciador natural que disminuye el ruido del escape y detiene las chispas.
- Introduce por medio del compresor, una mayor cantidad de aire a los cilindros de la que el motor aspira normalmente.

El aire al ser comprimido, como reacción o efecto, aumenta la temperatura con lo que se obtiene más calor; pero el aire caliente es menos denso y perjudicial para la generación de potencia. Cuando la temperatura del aire aumenta, su densidad disminuye, por lo que disminuye su masa; y por lo tanto, se reduce la cantidad de oxígeno contenida en él. Siendo el oxígeno el elemento esencial para favorecer la combustión, por lo tanto se hace necesario refrigerar el paso del aire comprimido, por medio de un sistema de interenfriamiento por agua, para lograr obtener e introducir al motor una mayor cantidad de oxígenos, es decir un aire más denso dentro del mismo volumen.

El sistema de post-enfriamiento o intercooler consiste en un grupo de tubos dispuestos entre placas de metal delgadas, y por las cuales circula el agua de refrigeración, y alrededor de los cuales pasa el aire comprimido que se debe enfriar antes de que sea introducido a los cilindros del motor.

Las características del post enfriamiento son:

- Remueve el calor del aire de admisión presurizado, para aumentar más la densidad del aire.
- Mejora la eficiencia de la combustión.
- Reduce la temperatura de escape.

2.5 Transferencia térmica

Transferencia térmica es un proceso mediante el cual se suministra y extrae energía de un medio. Estos medios pueden consistir en un gas o un líquido. El principio básico consiste en aportar energía en forma de calor a este medio (fluido) para ser empleado posteriormente en un proceso alejado de la fuente de energía. Los procesos más comunes de transferencia térmica lo constituyen las Marmitas y Calderas.

2.5.1 Fluidos para transferencia térmica

Un fluido para transferencia térmica es el fluido al que se le adiciona temperatura, normalmente por acción de un quemador o resistencia eléctrica y es al que posteriormente se le extrae esta energía, normalmente mediante un intercambiador de calor, para ser empleada en un proceso. Si este proceso se lleva a cabo en un sistema cerrado, el fluido nunca está en contacto con el proceso y sólo se constituye en la fuente de energía para éste.

2.5.2 Utilización del aceite para transferencia térmica

Como su nombre lo indica son fluidos basados en aceites minerales parafínicos, altamente refinados y cuidadosamente seleccionados para proporcionar un rendimiento superior en sistemas de transferencia térmica, los aceites pueden ser del tipo aceites minerales o aceites con base sintética.

2.5.3 Propiedades que deben cumplir los aceites térmicos

Un aceite térmico como mínimo debe de cumplir con las siguientes propiedades para que pueda desempeñar su función de transferencia térmica de una forma eficiente.

a) Elevada estabilidad térmica

El aceite debe ser física y químicamente estable dentro de los rangos de temperatura para el que está especificado, es decir, debe ser resistente al craqueo. El craqueo es el quiebre de las moléculas de hidrocarburos como consecuencia del aumento de la temperatura, quiebre que se verifica por el cambio de una molécula larga en moléculas de menor tamaño. En estos casos algunas moléculas se transforman en gases volátiles, otras son inestables y se polimerizan formando depósitos insolubles. El craqueo se produce principalmente cuando la temperatura de la película de aceite en contacto directo con la pared del tubo dentro del hogar de la caldera o con la pared del calefactor eléctrico, es superior al valor máximo aceptado para el aceite empleado.

b) Buena resistencia a la oxidación

Un aceite hidrocarburado reacciona con el oxígeno del aire, efecto denominado oxidación. Esta reacción de oxidación ocurre en forma lenta a temperatura ambiental, pero a medida que la temperatura del aceite se incrementa, la reacción de oxidación se acelera rápidamente. El efecto de la oxidación dentro del aceite es la de producir ácidos, los que en una etapa siguiente se traducen en la formación de borras. En estos casos de formación de oxidación y por ende de borras, la viscosidad del aceite aumenta, disminuyendo el poder de transferencia térmica.

c) Poseer un alto coeficiente de transferencia de calor

El coeficiente de transferencia de calor es definido como el flujo de calor que existirá entre dos materiales que se encuentran a diferente temperatura y que están en contacto entre si. Estas transferencias se pueden dar entre metal - metal, metal - líquido, metal - gas, líquido - líquido, líquido - gas y gas - gas, dependiendo de los procesos que estén involucrados. En el caso específico de la transferencia de calor entre un metal y un líquido, los mejores resultados se logran al trabajar con velocidades del fluido sobre la superficie del tubo en régimen turbulento. La diferencia entre un régimen laminar o turbulento está asociada a dos condiciones, una de estas es propia del fluido (velocidad) y la otra es propia del metal empleado (rugosidad superficial).

d) Poseer una prolongada vida útil

La vida de los aceites térmicos depende fundamentalmente del diseño y operación adecuados del sistema. Es importante revisar periódicamente el

estado del aceite, de forma tal de llevar un registro histórico de las velocidades de cambio de las características físicas del aceite. Una vez recién llenado el sistema y al cabo de una semana de haber iniciado su operación, se deben extraer muestras de aceite y así establecer la línea base del registro. Posteriormente las muestras pueden ser extraídas con una periodicidad de seis meses y los resultados deben ser comparados con los de las muestras anteriores. Las propiedades que deben controlarse son: viscosidad, acidez, punto de inflamación y contenido de insolubles.

2.6 Calderas de recuperación

La recuperación de calor de gases a altas temperaturas, comporta una amplia diversidad de diseños en calderas en función de la naturaleza de dichos gases y de la transferencia de calor a los fluidos requeridos para cada proceso de fabricación.

En la actualidad se permite la recuperación de calor aplicada idóneamente en calderas de vapor, aceite térmico y agua caliente o sobrecalentada, todo ello en variantes de tubos de humo, serpentines lisos y aleteados o cualquier otra alternativa.

En ellas el aceite circula por el interior de varios serpentines concéntricos, constituyendo estos la superficie de intercambio.

La transmisión de calor se realiza en contracorriente o de forma cruzada con la entrada de aceite y los gases procedentes de la combustión, formando un régimen de turbulencia y manteniendo la velocidad del fluido estable, lo que le permite alcanzar un intercambio térmico altamente eficaz.

Se configuran con un hogar-cámara de combustión de amplias dimensiones, tres pasos de gases y un sistema de serpentines que elimina cualquier esfuerzo debido a la expansión térmica.

La circulación forzada y controlada del fluido térmico se realiza en un serpentín multibular que asegura una transferencia de calor perfectamente equilibrada, garantizando un funcionamiento sin riesgo de alteración del fluido.

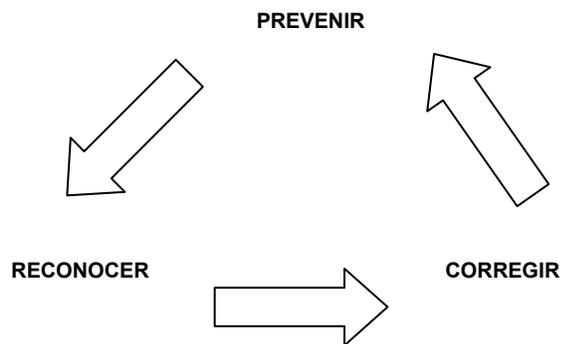
2.7 Seguridad e higiene en el trabajo

La seguridad de los trabajadores dentro de una empresa es tan importante como la producción misma. El bienestar físico y mental de los trabajadores debe de ser prioridad en cualquier empresa.

Un buen programa de seguridad industrial gira entorno a una buena administración y dirección dependiendo del buen desempeño de estos dos elementos, así será el desarrollo del plan, por lo tanto es necesaria la presencia de una persona encargada de velar por que se tomen las medidas de protección requeridas para los trabajos de mantenimiento.

Un aspecto que se debe de tener claro al momento de ser un administrador eficiente de la seguridad e higiene industrial en el trabajo es tener bien claro y aplicar el proceso continuo que se debe de seguir para poder tener resultados satisfactorios en el desarrollo de las tareas, una forma de representación gráfica de éste proceso es el siguiente

Figura 7. Proceso continuo de mejoras en seguridad e higiene en el trabajo



2.7.1 Generalidades

El bienestar de los trabajadores en una empresa debe considerarse desde varios puntos de vista; dos de esos puntos son:

- Evitar que sufran accidentes
- Evitar que sufran enfermedades ocupacionales

2.7.1.1 Accidente de trabajo

Es una lesión que se presenta en forma brusca o repentina, como resultado del contacto del cuerpo con un riesgo peligroso, en el ambiente laboral.

2.7.1.2 Enfermedades ocupacionales

Se presenta como resultado de la exposición en forma continua a los factores de riesgo del ambiente laboral, la enfermedad ocupacional no es brusca sino que provoca alteraciones paulatinas en los órganos del cuerpo. En algunas ocasiones el mismo riesgo ambiental es el causante de un accidente laboral, así como de una enfermedad ocupacional. Así que esto nos lleva a definir una diferencia entre las dos: La velocidad en que se presenta el efecto en el trabajador. Si el daño se presenta en corto tiempo, menos de 24 horas, se concluye que se trata de un accidente laboral y si el tiempo es mayor se trata de una enfermedad ocupacional. El ejemplo más claro es cuando un trabajador expuesto al ruido durante años presenta un problema de audición, en este caso el sufre de una enfermedad ocupacional, pero si un trabajador se expone a un ambiente con niveles de ruido arriba del umbral y a consecuencia se rompe el tímpano, aquí el problema es un accidente laboral.

La higiene industrial es la ciencia y el arte dedicado a la prevención, reconocimiento, evaluación y control de los factores ambientales que surgen en el lugar de trabajo y que puede causar enfermedades, deterioro de la salud e incapacidad e ineficiencia marcada entre los trabajadores y los miembros de la comunidad.

2.7.2 Actos inseguros

Es la causa humana que actualiza la situación de riesgo para que se produzca el accidente. Esta acción lleva en conjunto el incumplimiento de un método o norma de seguridad, explícita o implícita, que provoca dicho accidente.

2.7.3 Condiciones inseguras

Se refieren al grado de inseguridad que pueden tener los locales, quiere decir que se puede dar debido a una mala distribución y desorden de los equipos que pueden alterar la salud de los trabajadores, la maquinaria, los equipos, las herramientas y los puntos de operación.

2.7.4 Factores de riesgo

Los factores de riesgo siempre están presentes en cualquier tarea que se realice, difícilmente se eliminan pero sí se pueden minimizar.

Para determinar el daño que se produce al organismo se utilizan diferentes criterios, pero todos ellos consideran, entre otros, los siguientes factores: Ocular, piel, ingestión e inhalación.

Como resultado del deterioro de la calidad de los combustibles existe el peligro de que el aceite utilizado presente un elevado contenido de sustancias nocivas para la salud, tales como:

- Hidrocarburos aromáticos policíclicos
- Compuestos de plomo
- Residuos químicos

Los riesgos para la salud dependen de:

- La concentración de los componentes peligrosos
- El aire circundante (inhalación de vapores de aceite / aceite pulverizado)
- La duración e intensidad a que se ven expuestas la piel o las mucosas

Algunas de las repercusiones a corto plazo pueden ser dolores de cabeza vértigo, malestar, escozor o ardor de la piel. A largo plazo pueden mencionarse alergias, especialmente cutáneas, inflamación purulenta de los poros de la piel (acné producido por el aceite), daños del sistema nervioso central después de una inhalación prolongada, cáncer cutáneo después de una exposición directa prolongada, cáncer de pulmón o del sistema digestivo después de una inhalación prolongada.

2.7.4.1 Tipos de riesgos

Puede tratarse de un riesgo físico, químico o biológico. Y dentro de ellos, hay riesgos muy variados que producen diferentes daños al organismo, con mayor o menor gravedad.

- a. **Riesgos físicos:** son riesgos físicos los que afectan a nuestra integridad física, por ejemplo: el ruido, radiaciones ionizantes, radiaciones no ionizantes, vibraciones, ventilación, iluminación, presión y temperatura.
- b. **Riesgos químicos:** estos pueden deberse a mezclas químicas o vapores de sustancias, por ejemplo: nieblas, humos, vapores, gases y polvos.
- c. **Riesgos biológicos:** este tipo de riesgo algunos no son perceptibles a simple vista y dentro de ellos se pueden mencionar: hongos e insectos.
- d. **Riesgos ergonómicos:** este tipo de riesgo se puede originar desde la concepción misma del lugar de trabajo y se puede deber a: un mal diseño, operaciones inadecuadas y condiciones inadecuadas.

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

El sistema de aceite térmico necesita de un cuidado muy minucioso, existen muchas razones por las que se necesita ser muy conciente del grado de responsabilidad que conlleva este sistema, como la temperatura de operación, la volatilidad del fluido y los gases emanados por el aceite a alta temperatura, entre otros.

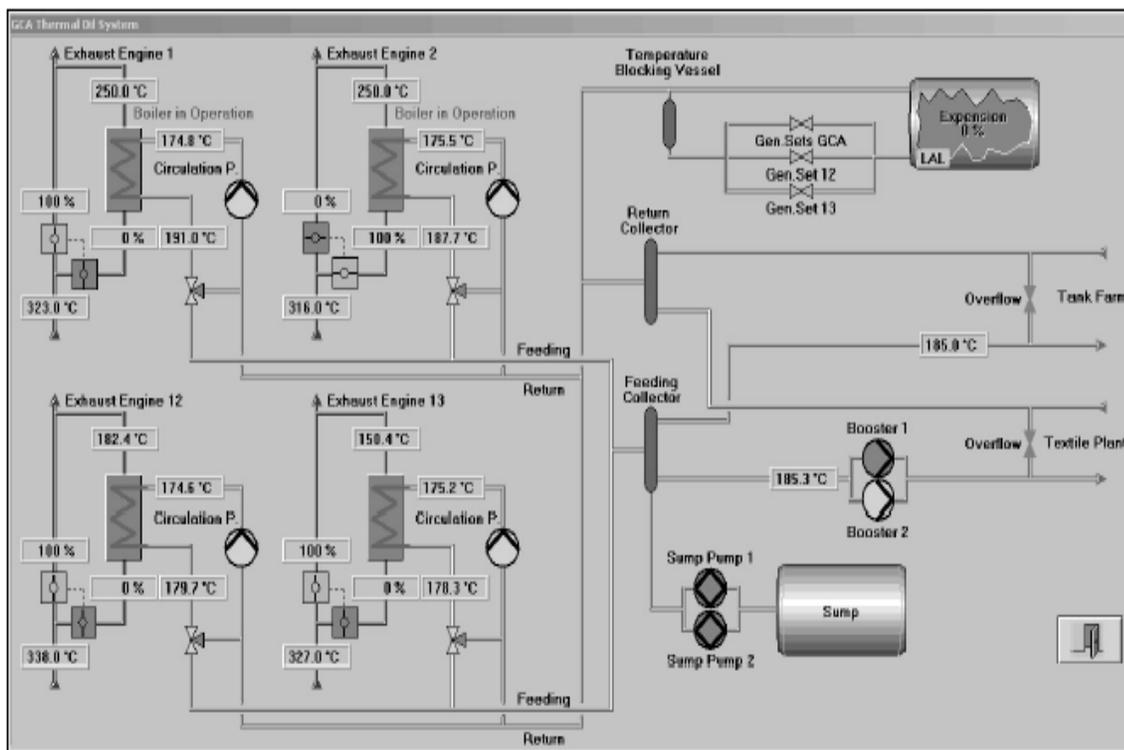
Para empezar es necesario conocer la ubicación y funcionamiento de los aparatos de regulación y transferencia instalados en el sistema.

3.1 Diagrama de recorrido del aceite térmico en planta número tres

Para comprender de una mejor forma el recorrido del aceite térmico dentro de la planta de generación de energía, se puede tomar como punto de partida las calderas de los motores. Las calderas son alimentadas de aceite térmico por medio de una bomba cada una de estas succionan del colector que aparece en la figura 7 llamado Return Collector. Al pasar en contra flujo el aceite térmico y los gases de escape de la combustión de los motores se transmite la energía en forma de calor al aceite térmico, En la figura se puede ver la temperatura de entrada del aceite térmico a la caldera en la parte superior y la temperatura de salida en la parte inferior, denotada en grados centígrados. De acuerdo a la temperatura que se encuentre el aceite térmico del sistema la válvula de tres vías abrirá el paso para que se pueda unir al llamado Feeding collector.

Los gases acumulados dentro del sistema son liberados en el tanque de Expansión. Si por cualquier causa se necesitara de agregar más aceite térmico al sistema es tomado del Sump Tank por medio de las bombas que aparecen en la siguiente figura. También se pueden ver las bombas Booster 1 y 2, que son las encargadas de impulsar el aceite hacia la planta Textil.

Figura 8. Diagrama de recorrido de aceite térmico en planta GCA



3.2 Equipo instalado en el sistema de circulación

Para tener una buena regulación de temperatura en general del sistema de aceite térmico es imprescindible el uso de equipo adecuado para llevar a cabo esta regulación. Sin el equipo de regulación sería muy difícil mantener el sistema estable, por lo tanto se debe de utilizar válvulas de paso de dos y tres vías, válvulas reguladoras de flujo, bombas centrífugas y calderas de recuperación térmica, entre otros.

Todos estos equipos están en funcionamiento constante día a día, pero el inconveniente que existe es que no se les ha brindado la atención necesaria para la realización de un programa y calendarización de mantenimientos a cada uno de ellos tal y como lo requieren.

3.2.1 Válvulas de paso de dos vías

Este tipo de válvulas son empleadas para cerrar y/o estrangular el flujo. El modo de funcionamiento es muy sencillo, girando el volante manual (hacia la derecha en el sentido de las agujas del reloj) se cierra el paso. La estanqueidad del vástago se efectúa por medio de un fuelle y un prensaestopas de seguridad post-conectado.

Existe un buen número de este tipo de válvulas instalado en el recorrido de aceite térmico, las cuales varían en su tamaño de acuerdo con el lugar en donde se encuentran instaladas.

El tipo de mantenimiento que actualmente se le brindan a estas válvulas es el del tipo correctivo, porque no se hacen inspecciones periódicas en cada uno de las válvulas para la verificación del buen funcionamiento de ellas.

El reemplazo de estas válvulas se efectúa cuando por algún motivo se requiere cerrar el paso del fluido térmico por un área de la planta y se cierran estas válvulas y el fluido no deja de fluir, es allí cuando se toma la decisión del reemplazo de la válvula.

3.2.2 Válvulas de paso de tres vías

Las válvulas de control de tres vías KFM son las adecuadas para aplicaciones en las que es necesaria la recirculación de fluido, también realizando funciones de aporte de energía al proceso (calentar, enfriar). Están fabricadas en fundición, acero al carbono y acero inoxidable con empaquetadura de teflón/grafito o fuelle de acero inoxidable.

Estas válvulas son controladas por un motor eléctrico pequeño situado en la parte superior de la misma. Estas válvulas son controladas por un controlador electrónico que se basa en rangos de temperatura para abrir o para cerrar el paso del fluido.

El mantenimiento que se le brinda a este tipo de válvulas es del tipo correctivo, por lo general se espera hasta que empieza a realizar algún tipo de falla para, revisarlas o para realizarles algún tipo de limpieza en la parte superior que es en donde se encuentra ubicado los contactos del sistema electrónico de la válvula, luego si no se ha resuelto el problema de la regulación de la válvula, se efectúa una inspección interna en la válvula en busca de algún tipo de falla en algún empaque interno.

En la siguiente figura se puede observar varios tipos de válvulas de paso de tres vías, las válvulas que se encuentran ubicadas en el sistema de aceite

térmico en GESUR son similares a la que se encuentra señalada en la siguiente figura.

Figura 9. Válvulas de paso de tres vías



Fuente: www.ari-armaturen.com

3.2.3 Válvulas reguladoras de flujo

Las válvulas de paso reguladores de flujo son las encargadas de llevar a cabo este trabajo, y de ellas depende que se logre obtener las condiciones que se requieren para tener una transferencia térmica adecuada.

Trabajan en función de la temperatura y viscosidad del bunker, son controladas por medios electrónicos que son sensados constantemente por medio de un viscosímetro instalado en la tubería de combustible. Si se tiene una baja viscosidad el viscosímetro emite pulsos eléctricos hacia el controlador electrónico que se encuentra instalado en la parte superior de la válvula como se puede ver en la figura 9. Mediante las señales eléctricas abren o restringen el flujo para forzar la transferencia adecuada hacia el fluido hasta adquirir los valores requeridos de temperatura.

Figura 10. Válvula reguladora de flujo



3.2.4 Válvulas de alivio

Este tipo de válvulas se encuentran instaladas en lugares donde se requiere tener una garantía sobre cualquier sobre presión que se genere en el sistema de circulación, por lo general el lugar donde se encuentran instaladas este tipo de válvulas es en las calderas para brindar una seguridad sobre ellas, su estado de funcionalidad debe de ser óptimo. Actualmente no se le realiza ningún tipo de prueba para verificar su funcionalidad.

Figura 11. Válvula de alivio



3.2.5 Bombas primarias

Estas bombas denominadas primarias, son del tipo centrífugas y son las encargadas de hacer circular el aceite térmico dentro de cada una de las calderas, existe únicamente una bomba por cada caldera, en algunas de ellas. El mantenimiento actual que se les realiza es el de la limpieza mensual del filtro que se encuentra instalado a la entrada de cada una de ellas así como la inspección visual cada mantenimiento de 1500 hrs. de cada motor.

Estas bombas están diseñadas para operar con un flujo volumétrico de 75 m³/hr, y cuenta con un motor eléctrico de 21.3 Kw y tiene una velocidad de rotación aproximada de 3500 rpm.

Figura 12. Bomba centrífuga



Fuente: www.siemens.com

3.2.6 Bombas secundarias

Este tipo de bomba son las que tienen la tarea de hacer circular el aceite térmico dentro de las instalaciones aledañas al motor, brindándole el flujo requerido para garantizar una óptima transferencia de calor, se encuentran instaladas tres bombas, a las cuales se les realiza el único mantenimiento de limpieza mensual de los filtros colocados a la entrada de ellas.

Estás bombas están diseñadas para operar con un flujo volumétrico de 60 m³/hr, y cuenta con un motor eléctrico de 12.6 Kw y tiene una velocidad de rotación aproximada de 3500 rpm.

3.2.7 Bombas Booster

Estas bombas son de mayor potencia debido a que estas son las encargadas de hacer llegar el fluido de transferencia térmica hacia las instalaciones de la planta generadora uno y la textilera. La limpieza del filtro a la entrada de ella también se realiza mensualmente.

Estás bombas están diseñadas para operar con un flujo volumétrico de 250 m³/hr, y cuenta con un motor eléctrico de 51 Kw y tiene una velocidad de rotación aproximada de 3500 rpm.

3.2.8 Filtros

Los filtros juegan un papel muy importante dentro del sistema de aceite térmico debido a que son ellos los encargados de capturar todas partículas de un tamaño significativo que queden atrapadas dentro de él. La forma del funcionamiento es la siguiente, el fluido circula a través de él, depurándose de éste modo. Los intervalos de limpieza de ellos son mensuales.

3.2.9 Calderas

Las calderas son la parte fundamental de todo el sistema de aceite térmico, debido a que es por medio de ellas que el aceite térmico adquiere el calor o la energía necesaria para poder realizar la transferencia térmica, las calderas actualmente se lavan con agua suavizada una vez por mes, y se le

realiza lo que es el venteo de los diferenciales de presión de cada una de ellas, el venteo se realiza una vez cada quince días.

La caldera tiene una capacidad de transferencia térmica de 1470 Kw, con una temperatura máxima de operación de 350°C, la caldera está diseñada para operar con un flujo de 71.3 m³/hr

Figura 13. Caldera de aceite térmico maxxtec



3.2.10 Tanque de almacenamiento (Sump tank)

Este tipo de tanque es el encargado de recolectar todo el aceite que se drena del sistema y el que es liberado por las válvulas de alivio de las calderas y a medida que se necesita la reposición de aceite al sistema se puede volver a introducir. No se le realiza ningún tipo de limpieza o mantenimiento, tiene una capacidad aproximada de 13470 Gls. A una presión aproximada de 0.5 bar y puede llegar a alcanzar una temperatura de 300°C

Figura 14. Sump tank



3.2.11 Tanque de expansión

Debe estar localizado en el punto más alto del sistema y absorber cualquier exceso de aceite térmico generado por la expansión de este con la temperatura. Para evitar la oxidación, se debe mantener la temperatura del aceite en el estanque de expansión por debajo de 50 [°C]. Los circuitos oleotérmicos cerrados están sujetos bajo presión y el estanque debe ser diseñado por lo menos para 7 [psi], usando cabezas cóncavas. También debe ser equipado, por lo menos un sensor de nivel y con un interruptor de bajo nivel, para descubrir cualquier pérdida de aceite.

La función que realiza este tanque es de suma importancia, porque es en él en donde llegan a desembocar todas las turbulencias y choques térmicos dentro del sistema. A estos tanques se les realiza una supervisión visual a través de cámara instaladas en ellos así como la reposición de aceite liberado al momento de ventear cualquier caldera.

Este tanque tiene una capacidad aproximada de 4147 Gls. La presión admisible de operación debe ser menor de 2 bares y una temperatura máxima de 300°C.

Figura 15. Tanque de expansión de aceite térmico



3.3 Estado actual del sistema de circulación

El estado actual del sistema de circulación del aceite térmico dentro de la planta se encuentra descuidado, no se le ha dedicado la atención necesaria de este importante y riesgoso fluido de transferencia térmica.

Mediante el análisis del diagrama Causa y Efecto siguiente, se verá de una forma más clara el estado actual de sistema.

El hacer un diagnóstico del mantenimiento actual brindará ayuda para que la propuesta que se realiza en el capítulo siguiente sea razonable y a la vez efectiva en el manejo de recursos, optimización del trabajo y de tiempo. Con el objeto de que el diagnóstico sea más confiable y eficiente, se utilizó la herramienta conocida como Diagrama Ishikawa de Causa y Efecto que se muestra en la figura 15. En la cabeza del diagrama se coloca el defecto mayor o el problema al cual se solucionará, que en este caso es fallas en el sistema de transferencia térmica y sobre el cuál giran todas las causas principales que son consideradas como responsables del defecto o problema principal, entre ellas

fallas mecánicas, fugas de aceite en el sistema, fallas electrónicas y también errores en la programación de mantenimientos.

En algunas ocasiones los errores o fallas mecánicas al hacer reparaciones o trabajos de mantenimientos en los equipos no han sido realizados de la mejor manera. La razón fundamental que se hace evidente en la mayoría de los casos es la falta de capacitación, ello conlleva errores al momento de armar de nuevo el equipo, por lo tanto también pueden existir errores al momento de reemplazar algún repuesto interno.

Las fallas electrónicas también constituyen una causa importante en el proceso de transferencia térmica del sistema de aceite térmico, debido a que si no existe una buena regulación del fluido por una mala señal de impulsos eléctricos, la válvula reguladora de flujo o la válvula de tres vías no abrirá o cerrará en el momento adecuado y provocará un desequilibrio e inestabilidad en la temperatura y presión de circulación del aceite térmico.

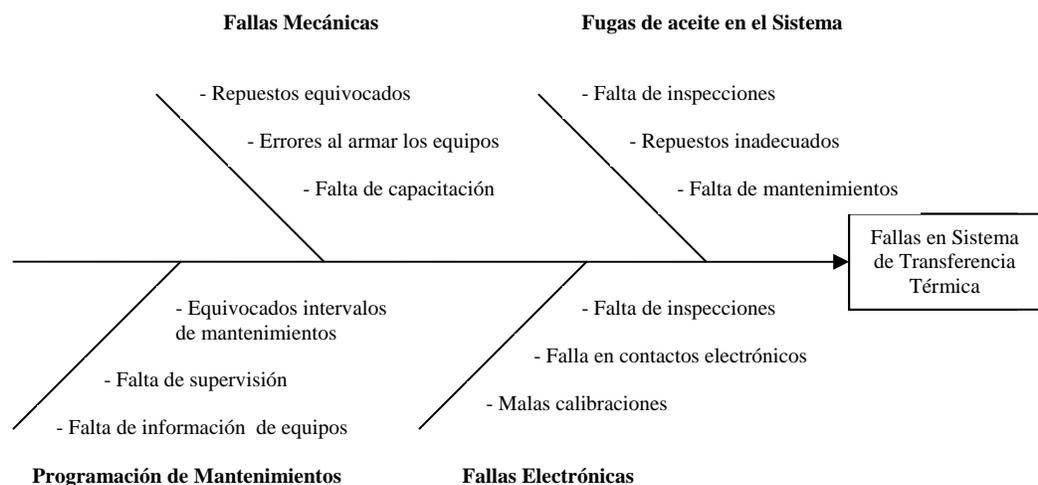
Las fugas de aceite térmico en el sistema representan un riesgo de quemaduras por la alta temperatura de trabajo o un posible punto de inicio de un conato de incendio, los mayores puntos de riesgo de fugas son en válvulas de paso de dos vías y en los sellos mecánicos de las bombas primarias, secundarias y booster. Las bombas sobre todo representan un mayor riesgo debido a que por la temperatura del fluido y la rotación en las bombas hace que se caliente el metal al existir un desbalance de masa en la bomba al momento de fallar algún cojinete de bolas.

La programación de los mantenimientos es el único aspecto que puede solucionar los anteriores problemas mencionados. Una buena programación y documentación de los equipos se puede solucionar el problema de fallas

mecánicas porque se prepararía con anterioridad al personal encargado en los puntos que debe de tener mayor atención al realizar el trabajo. También una buena instrucción sobre los repuestos que se deberán utilizar para el reemplazo de las partes que están deterioradas y no posteriormente darse cuenta que se utilizó un repuesto equivocado o que se instaló mal. La lectura e investigación en los manuales de los equipos es de gran ayuda para la información necesaria de los intervalos y puntos de mayor atención al momento de la realización de mantenimientos recomendados por los fabricantes. Juntamente con todas las tareas de realización de mantenimientos va paralelo lo que es la supervisión de los trabajos.

Las válvulas de tres vías actualmente no han recibido un mantenimiento periódico de las actividades de mantenimiento, tanto eléctrico como mecánico lo que puede en un futuro no muy lejano provocar un problema más serio que el que se tiene actualmente de inestabilidad térmica.

Figura 16. Diagrama Causa y Efecto del sistema de transferencia térmica



En forma global se puede decir que el sistema está funcionando de una forma irregular en general en cuanto al buen desempeño de transferencia térmica, pero existen algunos puntos de suma importancia que se deben de tratar mas a fondo para tratar de llevar al mínimo los riesgos que se puedan correr al trabajar en compañía de este tipo de fluido de transferencia térmica.

3.4 Tipo de mantenimiento actual

El tipo de mantenimiento que se lleva a cabo, es el de carácter correctivo, porque no se ha tomado la iniciativa de anticiparse a todos los posibles focos de problemas en el futuro, no se puede decir que está totalmente en descuido el sistema por si se han tomado algunas medidas preventivas del sistema de aceite térmico por ejemplo la inspección diaria sobre fugas en bombas primarias de las calderas que constituyen un punto de mayor riesgo en relación a incendios, Algunas de las actividades que se realizan son las siguientes:

- Limpieza de filtros, esta acción abarcan todos los filtros que se encuentran en el sistema de aceite térmico.
- Lavado de calderas.
- Venteo de diferenciales de las calderas.

3.5 Periodicidad del mantenimiento actual

La frecuencia con que llevan a cabo las acciones anteriormente mencionadas son las siguientes:

- La limpieza de filtros se realiza con una frecuencia mensual
- El lavado de calderas tiene una frecuencia mensual
- Venteo de diferenciales de las calderas se realiza quincenal.

Tabla I. Lista de limpieza de filtros de aceite térmico de GCA

FILTROS	Frecuencia
Filtro de la bomba primaria y válvula de 3 vías caldera Maxxtec 1	Mensual
Filtro de la bomba primaria y válvula de 3 vías caldera Maxxtec 2	Mensual
Filtro bomba booster 1 GCA	Mensual
Filtro bomba booster 2 GCA	Mensual
Filtro válvula antes del precalentador combustible Mak 1	Mensual
Filtro válvula antes del precalentador combustible Mak 2	Mensual
Filtro entrada al tanque HT 005	Mensual
Filtro entrada al tanque de almacén bunker HT 001	Mensual
Filtro entrada al tanque de almacén bunker HT 002	Mensual
Filtro entrada al tanque de almacén bunker HT 003	Mensual
Filtro entrada al tanque de almacén bunker HT 004	Mensual
Filtro entrada precalentador separador bunker 1	Mensual
Filtro entrada precalentador separador bunker 2	Mensual
Filtro entrada precalentador separador aceite 1	Mensual
Filtro entrada precalentador separador aceite 2	Mensual
Filtro entrada al tanque de lodos de bunker	Mensual
Filtro bomba secundaria 1	Mensual
Filtro bomba secundaria 2	Mensual
Filtro bomba secundaria 3	Mensual

3.6 Tipo de fluido de transferencia térmica utilizado

Se necesita de un fluido que no se deteriore fácilmente, que pueda retener la energía térmica, que cumpla propiedades muy específicas y que sea estable. Esta propiedad la cumple el aceite térmico Chevron Grado 22, este aceite térmico es el que actualmente está circulando en todo el sistema de transferencia térmica.

3.6.1 Propiedades del aceite térmico CHEVRON Grado 22

Es un aceite de transferencia de calor tipo mineral para ser usado en sistemas de calefacción secundarios o indirectos, como descripción física se puede decir que es un líquido incoloro a amarillo pálido es soluble en solventes de hidrocarburo e insoluble en agua tiene una viscosidad de 22 a 45 cSt a 40°C.

Es un fluido no tóxico, no corrosivo, que tienen un bajo nivel de olor y excelente compatibilidad con los sellos. Pueden absorber el calor rápidamente y transportarlo al material o fluido que requiere el calor.

Su excelente estabilidad térmica y a la oxidación proporciona una prolongada vida útil y sistemas limpios de intercambiadores de calor.

Existen muchos usos del calor en el procesamiento de los materiales, también existen muchas maneras de transferir el calor al material o fluido que debe ser calentado.

Este tipo de aceite resulta excelente para este propósito y ofrece muchas ventajas. Puede ser usado a bajas presiones. En la mayoría de las

aplicaciones, el equipo requerido para aplicar los aceites es relativamente barato. El equipo de aplicación también puede ser portátil y, por lo tanto, ser usado donde sea necesario.

Es usado en sistemas de transferencia de calor donde se utilice combustible, gas o electricidad para calentar el fluido que después transfiere el calor al punto de aplicación.

Debe ser usado en sistemas cerrados de circulación forzada equipados con tanques de expansión, se puede utilizar con temperaturas de baño de aceite de hasta 316°C (600°F) y temperaturas de piel de hasta 343°C (650°F) donde se requieren una buena estabilidad térmica y buena bombeabilidad, también es ideal cuando los elevados coeficientes de transferencia de calor se combinan con altos caudales, y para sistemas donde se requieran ciclos repetidos de calentamiento y enfriamiento.

No deben usarse el cobre ni las aleaciones de cobre en sistemas de transferencia de calor con un fluido de hidrocarburos a menos que se retire el aire (oxígeno) del contacto con el fluido por medio de sellos herméticos y/o un "manto" de gas inerte. No se recomiendan las uniones roscadas. No usar cobre ni materiales con contenido de cobre en sistemas de transferencia térmica con aceite, se deben de usar materiales y metodología de trabajo que reduzcan al mínimo el ingreso de escoria de soldadura en la tubería, y aseguren hermeticidad y fortaleza en las uniones soldadas. La tubería debe estar limpia, sin residuos de laminación, fundente de soldadura, aceite para templar, o esmaltes.

Tabla II. Datos de prueba típicos

Grado	22
Número CPS	231706
Número MSDS	4610
Gravedad API	33,8
Viscosidad, Cinemática cSt a 40°C cSt a 100°C	23,1 4,47
Viscosidad, Saybolt SUS a 100°F SUS a 210°F	120 41,3
Índice de Viscosidad	104
Punto Inflamación, °C(°F)	210(410)
Punto Fuego, °C(°F)	229(444)
Temperatura de Inflamabilidad Espontánea, °C(°F)	315(599)
Punto Escurrimiento, °C(°F)	-13(+9)
Residuo Carbonoso Ramsbottom, p %	0,04

Fuente: www.chevron.com

Los datos de prueba típicos son sólo valores promedio. Durante la fabricación normal, son de esperarse variaciones menores que no afectan el rendimiento del producto.

Tabla III. Propiedades térmicas, Chevron heat transfer oil, Grado 22

Temperature, °C (°F)	0(32)	40(104)	50(122)	100(212)	150(302)	200(392)	250(482)	300(572)	350(662)
Viscosidad, Cinemática, cSt	200	23,1	16,1	4,47	2,16	1,4			
Gravedad Específica kg/L	0,8680 0,8675	0,8401 0,8396	0,8330 0,8327	0,8003 0,8000	0,7658 0,7655	0,7290 0,7287	0,6916 0,6914	0,6550 0,6548	0,6083 0,6083
Calor específico BTU/lb-°F, Calorías/gm/°C	0,436	0,470	0,479	0,523	0,567	0,611	0,655	0,698	0,742
Conductividad térmica BTU/hr-ft-°F	0,0793	0,0775	0,0771	0,0750	0,0728	0,0707	0,0686	0,0664	0,0643
Presión de vapor, mm-Hg	Cero	0,000003	0,0001	0,0011	0,065	0,75	8	19	50
Coefficiente de expansión térmica, °C	0,00077	0,00082	0,00084	0,00090	0,00103	0,00117	0,00130	0,00144	0,00160
Cambio de volumen desde 60°F, %	-1,30	+1,96	+2,76	+6,74	+9,20	+12,5	+15,6		

Fuente: www.chevron.com

3.7 Condiciones actuales de seguridad e higiene

Las condiciones actuales sobre la seguridad e higiene en el trabajo dentro de la planta de generación

3.7.1 Actos y condiciones inseguras

Los actos y las condiciones inseguras dentro de empresa pasan la mayoría de las veces desapercibidas, y lamentablemente cuando ocurre algún accidente es cuando es notorio el peligro al que fueron expuestos el personal que labora en la empresa.

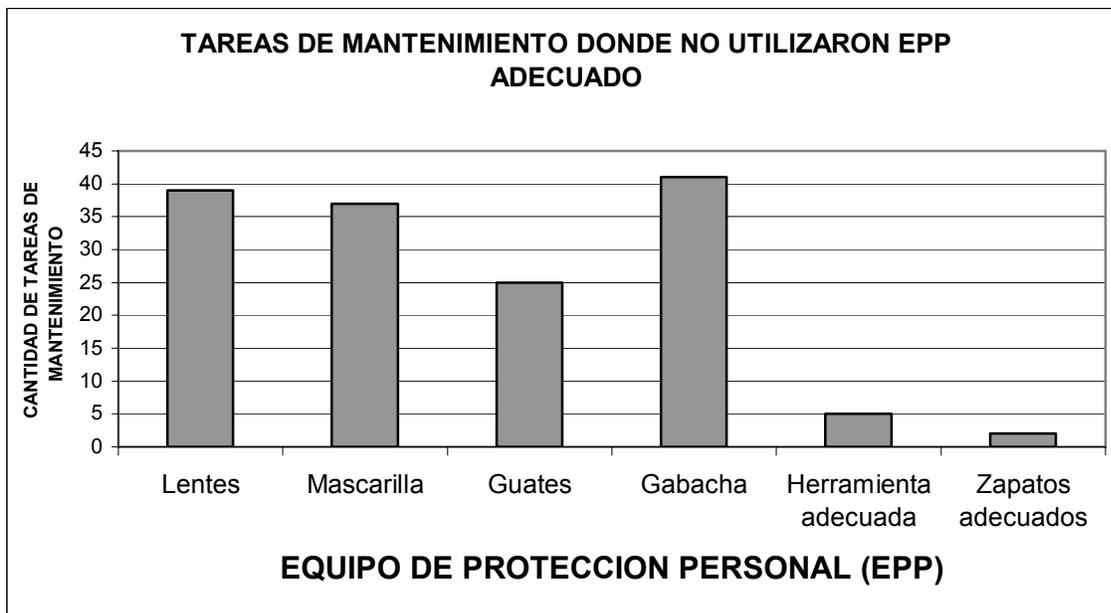
Mediante la observación dentro de las instalaciones y sobre todo al momento de realizar trabajos, se puede observar algunas personas a las cuales no se les ha hecho ver el peligro que corren al exponerse a peligros, por ejemplo:

A continuación se presenta el resultado que fue obtenido mediante la observación en varias de las tareas que realizaron algunos mecánicos dentro de la planta, en la que se puede observar cual fue el Equipo de Protección Personal (EPP) que no utilizaron de un total de 50 tareas de mantenimiento en el sistema de aceite térmico los resultados son:

Tabla IV. Observación de tareas donde no utilizaron equipo de protección personal adecuada

	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	No. TAREAS DONDE NO UTILIZARON EPP ADECUADO
1	Lentes plásticos	39
2	Mascarilla	37
3	Guantes de cuero cortos	25
4	Gabacha de cuero	41
5	Herramienta adecuada	5
6	Zapatos adecuados	2

Figura 17. Gráfico de tareas de mantenimiento donde no utilizaron equipo de protección personal adecuado.



De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar en el gráfico que el equipo de protección personal que no utilizaron los mecánicos al momento de realizar tareas de mantenimiento fueron los lentes transparentes plásticos protectores, mascarilla y gabacha de cuero.

En resumen se puede denotar los siguientes cinco actos inseguros que son los que se realizan con mayor frecuencia en la planta.

a) Actos inseguros

- a. No utilizar arnés al realizar trabajos en altura
- b. No utilizar mascarilla al estar expuestos a vapores de aceites
- c. No utilizar guantes de cuero al manipular fluidos o piezas a altas temperaturas
- d. No utilización de cascos en áreas propensas a caídas de objetos
- e. No utilizar protectores de oídos al exponerse a altos decibeles

b) Condiciones inseguras

Las condiciones inseguras dentro de la planta han tratado de ser prevenidas lo más posible pero aún así se dan algunas de ellas, por ejemplo

- a. La introducción saturada de tubería de agua, combustible y aceite en un mismo conducto.
- b. La falta de insulación en tubería de aceite térmico.

En la mayoría de las situaciones que se dan dentro de la empresa la causa primordial de su existencia es la falta de conocimiento acerca de los efectos que conlleva determinada acción.

3.7.2 Señalización

Dentro de la planta se puede notar la existencia de rótulos donde se identifica claramente la utilización de equipo de protección auditiva obligatorio, que es a la entrada del cuarto de máquinas, también rótulos donde se identifican claramente la existencia de extintores e hidrantes, la existencia de escaleras, otros donde se prohíbe el fumar en área de descargas de combustibles, las cuales en su mayoría se encuentran en buen estado.

3.7.3 Prevención de incendios

Para que se pueda llevar a cabo la combustión se necesita de la presencia de tres elementos los cuales son: oxígeno, material combustible y calor; el oxígeno se encuentra en la atmósfera en un porcentaje elevado y se considera fundamental para que se produzca la combustión, el calor es energía producida por la variación acelerada de las moléculas que se manifiestan elevando la temperatura, el material combustible es todo aquello que arde o se quema, los materiales combustibles pueden ser naturales o artificiales y pueden presentarse como sólidos, líquidos o gaseosos, por todo ello la prevención de incendios es un recurso que no se debe de descuidar, debido a que en cualquier instante puede suscitar un conato de incendio, para el cual se debe de tener el equipo necesario para eliminarlo o extinguirlo.

La planta cuenta con extintores de dos tipos:

1. Extintores de polvo químico seco
2. Extintores de bióxido de carbono (CO₂)

Tabla V. Descripción de extintores de polvo químico seco (PQS)

TAMAÑO	2.5, 5, 10 y 20 libras		
APLICACIÓN	ABC	AGENTE EXTINTOR	Fosfato Monoamónico, Sulfato de Bario, Bicarbonato de Sodio, Bicarbonato de Potasio y Cloruro Potasio.
MÉTODO DE EXTINCIÓN	Asfixia		
PARTES DEL EXTINGUIDOR	<ul style="list-style-type: none"> - Cilindro - Manómetro de presión - Manguera de alta presión - Boquilla de plástico o plomo - Manija - Seguro 		
FORMA DE USO	<ul style="list-style-type: none"> - Quite el seguro - Con una mano tome la manija del extinguidor y con la otra tome la manguera lo más cercano posible a la Boquilla - Colóquese de espalda al viento - Descargue el extinguidor directamente en la base del fuego 		
PRINCIPIO DE OPERACIÓN	Los compuestos de los extinguidores de polvo químico seco han sido químicamente procesados para hacerlos resistentes a la humedad y hacerlos de fluición libre. Este compuesto se descarga bajo presión.		
FORMA DE RECARGARLO	Equipo y personal especializado (fábrica)		

Tabla VI. Descripción de extintores de bióxido de carbono (CO₂)

TAMAÑO	2.5, 5, 10, 15 y 20 libras		
APLICACIÓN	BC	AGENTE EXTINTOR	Bióxido de carbono
MÉTODO DE EXTINCIÓN	Asfixia		
PARTES DEL EXTINGUIDOR	<ul style="list-style-type: none"> - Cilindro - Manómetro de presión (algunos modelos) - Manguera de alta presión - Boquilla de plástico en forma de campana - Manija - Seguro 		
FORMA DE USO	<ul style="list-style-type: none"> - Quite el seguro - Con una mano tome la manija del extinguidor y con la otra tome la manguera lo más cercano posible a la boquilla - Colóquese de espalda al viento - Descargue el extinguidor directamente en la base del fuego 		
PRINCIPIO DE OPERACIÓN	Los compuestos de los extinguidores de bióxido de carbono han sido químicamente procesados para hacerlos resistentes a la humedad y hacerlos de fluición libre. Este compuesto se descarga bajo presión.		
FORMA DE RECARGARLO	Equipo y personal especializado (fábrica)		

Los dos tipos de extintores son adecuados para la utilización dentro de la planta, pero por razones económicas es más factible el empleo de los extintores de ABC que cubre los tres tipos de incendios los cuales son:

- A, basura
- B, equipo eléctrico
- C, combustibles

Dentro de las instalaciones de la empresa existe un departamento encargado de la recarga de los mismos. En el caso de los extintores de CO₂ la recarga es externa y se necesita realizar ciertos trámites que alargan el proceso.

Existen dentro de las instalaciones de GCA además de los extintores de 15 Lbs. De PQS, los llamados robots de 125 Lbs. De PQS, que son una gran arma indispensable para combatir conatos de incendios grandes, pues tienen un alcance aproximado de 10 metros. Cada uno de ellos se encuentra ubicado en puntos estratégicos para su empleo.

También se cuenta con mangueras para combatir incendios cada una con sus respectivos rociadores ó reguladores de la presión a la salida.

En el caso de incendios en el área de tanques de almacenamiento de combustibles se cuenta con hidrantes o llamados comúnmente cuellos de cisne dotados con toneles de espuma contra incendios al 3 % de concentración.

Si en cualquier momento surgiera la necesidad de utilizar agua abundante para combatir o enfriar el área de tanques de almacenamiento por un incendio, se cuenta con un suministro abundante de agua a la presión que se necesite,

también si en dado caso se diera un corte de energía eléctrica y no puedan ser utilizadas la bombas de circulación de agua, se cuenta con una motobomba de accionamiento diesel para poder mantener siempre el suministro de agua en todo el sistema.

A continuación se presenta el inventario de extintores que existen en la planta de generación GCA, clasificados de acuerdo a la clase de los mismos.

Tabla VII. Inventario de extintores de planta GCA

Cantidad	Tipo	Clase	Lbs.
3	Robot	CO ₂	125
3	Robot	PQS	125
11	Extintor	CO ₂	25
23	Extintor	PQS	15

3.7.4 Equipo de protección personal

La utilización del equipo de protección personal en cualquiera de las áreas de la empresa, por comodidad las personas que laboran en ellas siempre ponen resistencia a el uso de este equipo, sin recordar que las personas que recibirán los beneficios de la utilización de éste equipo son ellas mismas.

El equipo de protección personal se debe de utilizar toda vez que se expongan a un daño cualquiera de los sentidos del cuerpo en general.

Dentro de la planta es obligatorio el uso de protección auditiva debido al ruido que producen los motores reciprocantes al estar funcionando, la empresa proporciona tapones auditivos personalizados con referencia a la forma del oído de los trabajadores, debido a que todas las personas no tienen el mismo

tamaño y forma del conducto auditivo. Esto se realiza una vez al año aproximadamente.

También el uso de calzado con punta de acero es necesario debido que al realizar mantenimientos se trasladan de un lugar a otro partes del motor y herramientas de gran peso y puede ocurrir que por accidente pueda caer o presionar los pies de alguna persona, la empresa les proporciona un par a cada uno.

Al realizar limpieza de filtros y drenado de aceite térmico es necesaria la utilización de mascarillas para proteger los pulmones de los vapores emanados, lo cual no es utilizado por los trabajadores en la mayoría de las veces, así como el uso de guantes de cuero por la temperatura que se encuentran las tuberías así como el aceite en sí. La utilización del casco para protección de la cabeza es uno de los equipos que surge un poco de resistencia debido a la incomodidad del mismo.

Al realizar trabajos de soldadura o todo lo relacionado con maquinas herramientas es necesaria la utilización de caretas para evitar que pueda introducirse una viruta de metal en los ojos de la persona que realiza el trabajo ó que pueda deslizarse la herramienta y llegue a colisionar con la cara de la persona; también es necesario el uso de gabachas de cuero y polainas para protección del cuerpo.

Cuando se realizan trabajos en altura es necesaria la utilización de arnés al menos anclado a un solo punto, lo cual las personas que realizan estos trabajos en algunas ocasiones no lo utilizar por razones de costumbre y de libertad de movimiento.

3.7.4.1 Equipo de protección auditiva

El equipo de protección auditiva es parte fundamental para el bienestar físico de los trabajadores de esta empresa. Se utiliza protectores auditivos personalizados, lo cual quiere decir que una empresa exterior suministra protectores para cada uno de los trabajadores de la planta de acuerdo a la forma del conducto auditivo de cada uno, esta acción se lleva a cabo alrededor de una vez por año. De la misma forma que cualquier otro equipo de protección personal siempre se presenta la resistencia al uso de los mismos, por lo cual en algunas ocasiones se puede ver a alguna persona que en determinado momento no utilice los protectores auditivos suministrados, si por cualquier razón se les extraviara los protectores auditivos, dentro de los artículos que se encuentran en la bodega de la planta generadora, se pueden adquirir protectores auditivos desechables.

3.7.5 Orden y limpieza

La planta de generación cuenta con personal encargado de la realización de las tareas de limpieza y orden de los equipos y materiales cercanos a los mismos, se le brinda mucha importancia a estos aspectos con el fin de poder crear un ambiente de trabajo agradable, parte de la motivación de los trabajadores se ve reflejada en la limpieza y orden al momento de llevar a cabo cualquier tarea asignada. La preocupación y el esfuerzo por mantener todo limpio y en orden se ve reflejada dentro de la planta.

En las áreas donde se encuentran montados los motores se puede apreciar un ambiente agradable debido a que no se verán derrames de combustible o aceite lubricante esparcido en el suelo o manchas sobre las paredes de los equipos. El interés que se enfoca en tener todas las áreas bien pintadas y limpias es notorio al momento de caminar por cualquiera de los

pasillos de la planta generadora y en el aspecto económico se asigna una buena cantidad monetaria en lo que es pintura y reparaciones de la infraestructura de la planta, de tal forma que hace ver la planta como nueva a pesar de algunos años que lleva ya de estar generando energía.

4. PROPUESTA DE MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La propuesta del manual de mantenimiento preventivo del sistema de aceite térmico utilizado en GESUR, tiene como finalidad la prolongación de la vida útil de los equipos que fueron mencionados en el capítulo anterior, también tiene como finalidad mantener un sistema térmico estable, sin fluctuaciones de temperatura en los equipos que pueda repercutir en una mala transferencia térmica con los fluidos que dependen de él como lo son por ejemplo el bunker y aceite.

Este capítulo inicia proponiendo una estandarización de las actividades por realizar.

4.1 Estandarización de las actividades de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento deben ser estandarizadas por las siguientes razones que son de suma importancia:

- No pueden ser ejecutadas de una forma eficiente si la persona encargada de realizar las tareas las lleva a cabo de la forma que mejor le parezca.
- La mayoría de las tareas de mantenimiento conllevan un intervalo de tiempo largo al ser ejecutadas.

- Si no se realiza de una forma correcta las tareas de mantenimiento se corre el riesgo de alterar la funcionalidad de los equipos.

Al realizar una estandarización adecuada se elimina en gran parte los problemas de obtener una mala ejecución de las tareas de mantenimiento, y con ello garantizar un mayor lapso de tiempo de funcionalidad de los equipos involucrados. La forma más efectiva en el caso de instruir a nuevos empleados es la observación de la realización de una tarea de mantenimiento, ejecutada por una persona con experiencia en el área. Esta capacidad de entrenar e involucrar individuos en el trabajo de mantenimiento es la clave para desarrollar un programa eficiente de mantenimiento.

4.1.1 Estandarización de tareas por equipo

A continuación se presentan la estandarización de las actividades de mayor importancia en la realización de tareas de mantenimientos del sistema de aceite térmico de acuerdo a cada equipo.

a) Válvulas en general

La inspección de las válvulas es una tarea de tipo mecánica y eléctrica. Se realizará con una frecuencia mensual, y puede ser realizada por los mecánicos de la planta, y consta de lo siguiente:

a.1) Limpieza y revisión que no existan fugas

La limpieza se debe de realizar con mucho cuidado tomando en consideración que el sistema completo se encuentra a una temperatura que puede causar quemaduras severas en la piel, se debe de limpiar en las válvulas

el área cercana al vástago, debido a que por grasa para lubricación de su funcionamiento es donde se acumula el polvo. Este tipo de actividad no es necesario para ningún equipo del sistema.

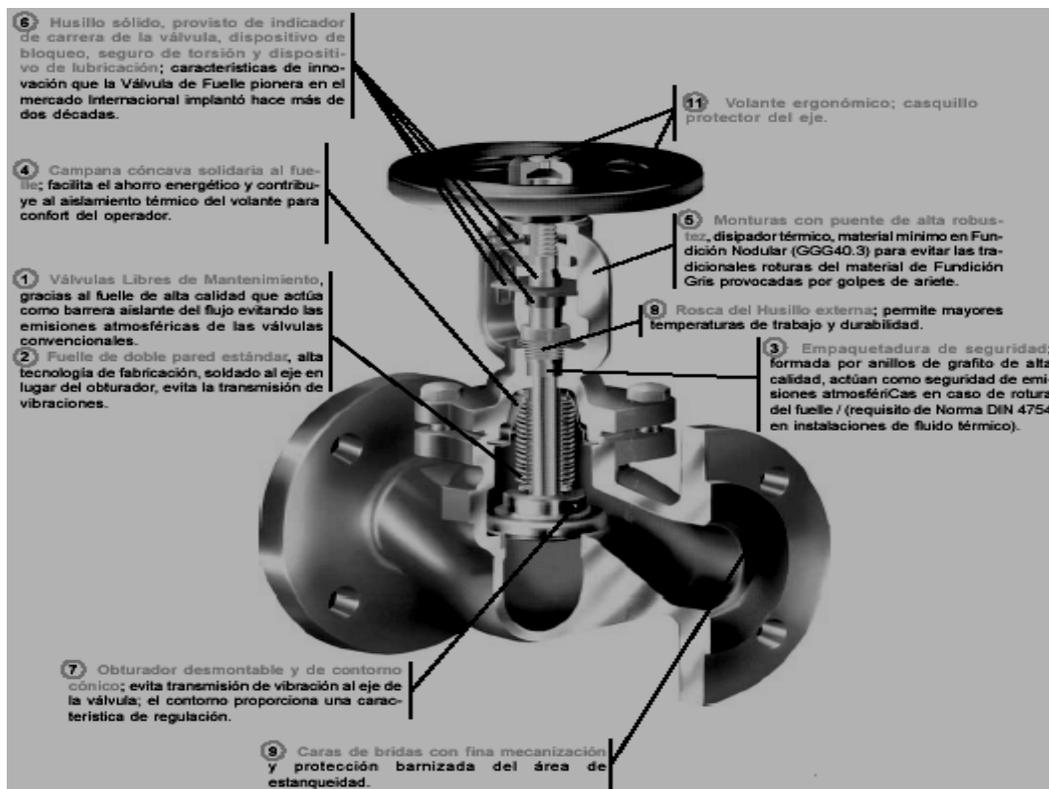
- ❖ Se debe de acompañar paralelamente el sistema de aceite térmico en su recorrido por la planta de generación de energía GCA, teniendo mucho énfasis en cada una de las válvulas instaladas en el mismo, observando que no existan pequeñas fugas en todo el sistema tanto en la tubería como en las válvulas.
- ❖ Los puntos donde se deben de observar que no existan fugas de aceite es con mayor frecuencia en los vástagos de las válvulas de paso de dos vías. El siguiente punto donde se producen fugas de aceite es en los codos de tuberías sin importar el ángulo que tenga éste, puede ser de 45° y 90° , las fugas se dan en el cordón de soldadura con mayor frecuencia.
- ❖ Si se encuentra una fuga en el sistema de aceite térmico se debe de reportar inmediatamente al jefe de mecánicos para que esta personal le traslade la información al encargado de mantenimiento para programar la reparación.

a.2) Aplicación de grasa a los vástagos de las válvulas de accionamiento manual

Esta actividad es de tipo mecánica y su frecuencia de realización es mensual, la aplicación de la grasa de debe de realizar con una grasera que esté dotada de la manguera de conexión para conectarla a la boquilla con que cuentan algunas de las válvulas. No es necesario parar ningún equipo del sistema.

- ❖ Primero se debe de limpiar el área que se va a lubricar con grasa, eliminando residuos de grasa que se aplicó anteriormente y polvo.
- ❖ Después que esté limpia el área se coloca la manguera de conexión de la grasera en la boquilla para engrasar que está ubicada en el cuerpo de la válvula y aplicar una cantidad considerable de acuerdo al tamaño de la válvula.
- ❖ Si el cuerpo de la válvula no cuenta con la boquilla para engrase de debe de aplicar manualmente la grasa en el vástago de la misma, y se puede hacer girar el volante para que la grasa pueda penetrar en el cuerpo.
- ❖ Si se encuentra algún problema es necesario reportarlo inmediatamente al jefe de mecánicos para que traslade la información al encargado de mantenimiento para la programación de su reparación.

Figura 18. Partes de una válvula de paso de dos vías



Fuente: www.ari-armaturen.com

a.3) Verificación de fugas en tuberías

La verificación de fugas en la tubería se debe de realizar con una observación minuciosa por parte del mecánico encargado de la realización de esta tarea, la frecuencia es necesariamente diaria. No es necesario parar ningún equipo del sistema.

- ❖ Normalmente las fugas en el sistema de tubería se da en las uniones soldables de los tubos, cuando queda algún poro consecuencia de la soldadura que se ha perforado.
- ❖ Esta observación tiene cierta dificultad debido a que la tubería está protegida con un material aislante y esta cubierto por láminas de hojalatería para prevenir cualquier quemadura accidental, por lo tanto es de gran ayuda el olor característico del aceite térmico y brindarle mucha atención a cualquier inicio de humedad en la cubierta.
- ❖ Si se observa algún inicio de fuga en tubería se debe de reportar inmediatamente al jefe de mecánicos, para que esta persona traslade la información necesaria al encargado de mantenimiento para la programación de la reparación.

a.4) Inspección de fugas en flanges

La inspección de fugas en flanges es del tipo mecánico, y la frecuencia de realización es diaria. No es necesario parar ningún equipo del sistema.

- ❖ Se debe observar si se presenta una fuga de aceite térmico si proviene del flange o del cuerpo de la válvula.

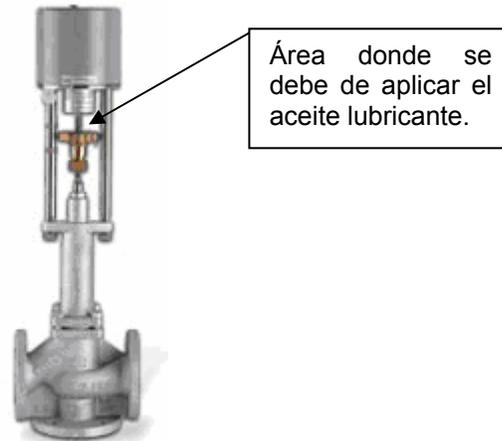
- ❖ Se debe de reportar inmediatamente la fuga de aceite térmico en la tubería al jefe de mecánicos para que traslade la información para programar su reparación por el encargado de mantenimiento.
- ❖ Si la fuga proviene del flange se debe de verificar que se encuentren debidamente apretadas las tuercas que unen el flange de la válvula con el resto de la tubería.
- ❖ Si el flange tiene las tuercas bien apretadas se debe de eliminar el paso de aceite térmico por ese segmento de tubería y de tendrá que remover la válvulas para revisar el empaque de asbesto si se encuentra en buen estado ó está roto.
- ❖ Si el empaque está roto se deberá reemplazar por uno en buen estado, de los que se encuentran en bodega de acuerdo al diámetro de la tubería.

a.5) Lubricación de correderas en válvulas de tres vías, accionadas eléctricamente

Esta tarea es de tipo mecánica y su frecuencia de realización es quincenal. No es necesario parar ningún equipo del sistema.

- ❖ Se debe de limpiar el área a lubricar eliminando el exceso de polvo o suciedad.
- ❖ Luego un poco de aceite lubricante a la corredera de la válvula de tres vías para que sea suave la regulación y no se tenga que forzar el motor eléctrico instalado en la parte superior para su accionamiento.

Figura 19. Área a lubricar en una válvula accionada eléctricamente



Fuente: www.ari-armaturen.com

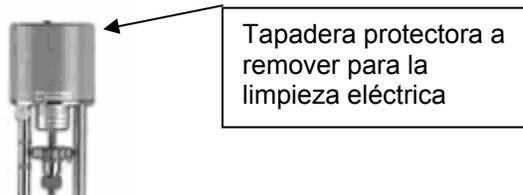
a.6) Limpieza de componentes eléctricos en válvulas de tres vías

Esta tarea es de tipo eléctrico y la realización debe de ser por los encargados de la realización del mantenimiento de equipos eléctricos, la frecuencia de realización será mensual. No es necesario parar ningún equipo del sistema.

- ❖ Se debe de remover la cubierta protectora ubicada en la parte superior de la válvula de tres vías.
- ❖ Con la utilización de un spray limpia contactos, se debe de aplicar una atomización a los circuitos y contactos eléctricos contenidos en las placas.
- ❖ No es necesario secarlos ya que el spray está diseñado de tal forma que se seca rápidamente.
- ❖ Luego de aplicar el limpia contactos a los circuitos se debe de volver a colocar la tapadera de la cabeza de la válvula de tres vías.

- ❖ Si se observa o se encuentra algo fuera de lo normal se debe de informar lo más rápido posible al jefe de eléctricos para que se le informe al encargado de la programación de mantenimientos eléctrico para corregir el problema.

Figura 20. Tapadera protectora de la válvula accionada eléctricamente



Fuente: www.ari-armaturen.com

a.7) Verificación del buen estado y limpieza del cableado externo en válvulas de tres vías

Esta actividad es de tipo eléctrico y debe ser realizado por eléctricos, la frecuencia de realización es mensual. No es necesario parar ningún equipo del sistema.

- ❖ Se debe de revisar minuciosamente el cableado de cada una de las válvulas de tres vías instaladas en el sistema, revisando que no se encuentren los cables pelados o cortados.
- ❖ También se debe de limpiar con un paño el cable eliminando la acumulación de polvo y suciedad.
- ❖ Si se encuentra un cable en mal estado se debe de informar inmediatamente a jefe de eléctricos para que le informe al encargado de la programación de mantenimientos eléctricos.

a.8) Calibración de componentes electrónicos

La calibración de componentes electrónicos es puramente eléctrica y el encargado de la realización de esta actividad es el Ing. Eléctrico de encargado de la calibración de equipos, la frecuencia de ejecución es mensual. Si es necesario en esta actividad parar equipos.

- ❖ Se deben de desmontar los equipos que requieran calibración.
- ❖ Luego de desmontarlos se deben de trasladar al laboratorio eléctrico para una limpieza más efectiva.
- ❖ Si es posible se calibran en el banco de pruebas, de no ser así se debe de montar nuevamente y calibrarlo en el lugar de trabajo del equipo.

b) Bombas

El mantenimiento a las bombas de circulación de aceite térmico se ejecutará por mecánicos de la planta, este tipo de actividad debe de haber estado programado previamente, debido a que se debe de sustituir la bomba que está en funcionamiento por una bomba auxiliar, la bomba auxiliar se encuentra normalmente unida en forma paralela al sistema de aceite térmico, por lo tanto únicamente se requiere que se haga un juego correcto de llaves esto es cerrar algunas y abrir otras.

b.1) Limpieza general y revisión de sellos mecánicos

Es una actividad mecánica, la limpieza general no es necesario parar el funcionamiento de la bomba, se llevará a cabo diariamente, con el fin de verificar que no exista ningún goteo de aceite térmico en el sello mecánico.

Para la revisión del sello mecánico es una actividad donde se involucra la parte eléctrica y mecánica, la frecuencia de realización es mensual y si es necesario parar equipos. Se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- ❖ Informar en el cuarto de máquinas sobre el trabajo de mantenimiento que se realizará para que no accionen accidentalmente la bomba que se le está brindando mantenimiento y cause daños a los encargados de la ejecución de la tarea.
- ❖ Asegurarse de que la bomba auxiliar puede sustituir a la bomba que se realizará el mantenimiento, teniendo en cuenta las especificaciones de caudal de salida.
- ❖ Desconectar eléctricamente el motor de la bomba que se le realizará el mantenimiento.
- ❖ Utilizar el equipo de protección personal adecuado, como lo es guates, lentes transparentes plásticos protectores, protectores auditivos, gabachas de cuero, zapatos antideslizantes (brindados por la empresa) y herramienta adecuada.
- ❖ Desmontar la bomba y trasladarla al banco de trabajo, ubicado en el taller mecánico.
- ❖ Desacoplar la bomba con el motor eléctrico, por medio del coupling.
- ❖ Una vez desacoplado el motor extraer el sello mecánico de la bomba con mucho cuidado para no lastimarlo al momento de retirarlo.
- ❖ Revisar las dos caras del sello mecánico, tanto la cara estacionaria como la cara rotativa, que no tengan rajaduras ni desgaste ó en el peor de los casos que se encuentre quebrado.
- ❖ Si está quebrado reemplazarlo por otro sello igual.
- ❖ Si el sello mecánico se encontró en perfectas condiciones, volver a colocarlo en la bomba.
- ❖ Los pasos para armarlo es en forma inversa de cómo se desarmó.

b.2) Inspección de ruidos característicos y fugas de aceite térmico

Esta actividad es realizada por un mecánico con una frecuencia de ejecución de diaria. No es necesario parar el equipo.

- ❖ Se debe de ser muy cuidadoso al momento de ejecutar esta tarea, debido a que de ella depende la prevención de posibles fallas que puedan ocurrir.
- ❖ Se debe de escuchar atentamente el origen de algún ruido anormal en la bomba o en el motor eléctrico de la misma, ya que puede ser que un rodamiento esté iniciando a desgastarse y provoque desbalance.
- ❖ Si se observa o escucha algo anormal, es necesario informar inmediatamente al jefe de mecánicos para que le informe al encargado de la programación de mantenimiento para reparar el daño. De lo contrario puede ser una fuente para que ocurra un conato de incendio.

b.3) Inspección de uniones maleables (Coupling o acoplamiento)

Las uniones maleables deben de ser revisadas por un mecánico con una frecuencia mensual. No es necesario parar el equipo.

- ❖ Únicamente se debe de desacoplar el motor eléctrico de la bomba, para revisar el inserto elástico, que absorbe los cambios bruscos de movimiento rotatorio.
- ❖ Si se encuentra dañado este elastómero se debe se sustituir por otro igual.
- ❖ Si se encuentra en perfectas condiciones se deberá volver a colocar y acoplar nuevamente el motor eléctrico a la bomba.

b.4) Inspección de la carcasa para ver si existe corrosión

Esta inspección es mecánica y la frecuencia de realización es mensual. Es necesario parar el equipo para su inspección.

- ❖ La ejecución de esta actividad es importante para la prevención de posibles inicios de corrosión en la carcasa.
- ❖ Se debe revisar minuciosamente la parte inferior de la bomba y áreas en las que no es fácil la inspección visual durante la operación.
- ❖ Si se encuentra algún inicio de corrosión en la carcasa se debe de informar inmediatamente al jefe de mecánicos para que él traslade la información al encargado de la programación de mantenimiento para su reparación ó sustitución.

b.5) Inspección de rodamientos

La inspección de rodamiento es una actividad de tipo mecánica y la frecuencia de realización es mensual. Para realizar esta inspección es necesario contar con una bomba auxiliar instalada para sustituir la función de la que está en inspección. Si es necesario parar el equipo.

- ❖ Informar en el cuarto de máquinas sobre el trabajo de mantenimiento que se realizará para que no accionen accidentalmente la bomba que se le está brindando mantenimiento y cause daños a los encargados de la ejecución de la tarea.
- ❖ Asegurarse de que la bomba auxiliar puede sustituir a la bomba que se realizará el mantenimiento, teniendo en cuenta las especificaciones de caudal de salida.

- ❖ Desconectar eléctricamente el motor de la bomba que se le realizará el mantenimiento.
- ❖ Utilizar el equipo de protección personal adecuado, como lo es guates, lentes transparentes plásticos protectores, protectores auditivos, gabachas de cuero, zapatos antideslizantes (brindados por la empresa) y herramienta adecuada.
- ❖ Desmontar la bomba y trasladarla al banco de trabajo, ubicado en el taller mecánico.
- ❖ Desacoplar la bomba con el motor eléctrico, por medio del coupling.
- ❖ Se debe de utilizar el equipo adecuado para la remoción de los rodamientos de la bomba. Esto con el fin de no lastimarlos.
- ❖ Una vez extraídos los rodamientos se debe de inspeccionar si existe alguna fricción en cada uno de ellos o si están oxidados o gastados. Si ello ocurre se deberán de reemplazar los rodamientos por otros iguales.
- ❖ Los pasos para armarlo es en forma inversa de cómo se desarmó.

b.6) Inspección del eje y alineación de la bomba

La inspección del eje es una actividad de tipo mecánica y la frecuencia de ejecución es mensual. Se recomienda realizar esta inspección juntamente con la inspección de rodamientos. Si es necesario para el equipo.

- ❖ Informar en el cuarto de máquinas sobre el trabajo de mantenimiento que se realizará para que no accionen accidentalmente la bomba que se le está brindando mantenimiento y cause daños a los encargados de la ejecución de la tarea.
- ❖ Asegurarse de que la bomba auxiliar puede sustituir a la bomba que se realizará el mantenimiento, teniendo en cuenta las especificaciones de caudal de salida.

- ❖ Desconectar eléctricamente el motor de la bomba que se le realizará el mantenimiento.
- ❖ Utilizar el equipo de protección personal adecuado, como lo es guates, lentes transparentes plásticos protectores, protectores auditivos, gabachas de cuero, zapatos antideslizantes (brindados por la empresa) y herramienta adecuada.
- ❖ Desmontar la bomba y trasladarla al banco de trabajo, ubicado en el taller mecánico.
- ❖ Desacoplar la bomba con el motor eléctrico, por medio del coupling.
- ❖ Se debe de utilizar el equipo adecuado para la remoción de los rodamientos de la bomba. Esto con el fin de no lastimarlos.
- ❖ Una vez removidos los rodamiento se debe de inspección detenidamente el eje en busca de algún tipo de desgaste por fricción.
- ❖ Si es posible se debe comprobar que no esté torcido el eje en un torno con la ayuda de un comparador digital de oscilación.
- ❖ Si se encuentra en buen estado el eje, se puede volver a armar la bomba.
- ❖ Si el eje no se encuentra en buenas condiciones o tiene oscilación al realizarle la prueba en el torno, se deberá de reemplazar por otro igual.
- ❖ Los pasos para armarlo es en forma inversa de cómo se desarmó.

b.7) Revisión de cojinetes del motor eléctrico y conexiones

Esta actividad es eléctrica, la frecuencia de realización es mensual, se sugiere realizarla juntamente con la inspección de rodamientos y eje. Si es necesario para el equipo.

c) Filtros

El vaciado de la tubería donde están instalados los filtros debe de realizarse con mucho cuidado debido a que el aceite aún está a una temperatura considerable que puede causar serios daños en la piel si no se protege.

c.1) Limpieza del tamiz

Tamiz se le llama a la parte interna de los filtros que es la encargada de retener las partículas que son arrastradas por el flujo de aceite. Esta actividad es mecánica y la frecuencia de ejecución es mensual. Si es necesario parar equipos para la realización de esta tarea.

- ❖ Se debe de utilizar el equipo de protección personal recomendado como lo es guantes de cuero, lentes transparentes plásticos protectores, protectores auditivos, gabachas de cuero, zapatos antideslizantes (brindados por la empresa) y herramienta adecuada.
- ❖ Se deben de cerrar firmemente las válvulas de paso que se encuentran instaladas siempre antes y después de la ubicación de los filtros.
- ❖ Aflojar cuidadosamente las tuercas de la tapadera que contiene al tamiz.
- ❖ Colocar un recipiente que pueda contener la cantidad de aceite retenida en el segmento de tubería que está entre las válvulas de paso.
- ❖ Extraer el tamiz.
- ❖ Limpiarlo con diesel para aflojar la suciedad y ayudar al desprendimiento de la suciedad.
- ❖ Secar el tamiz con aire comprimido, aproximadamente 7 bares de presión.
- ❖ Colocarlo nuevamente en su posición original.

- ❖ Colocar la tapadera y darle los pares de apriete recomendados que aparecen en la figura 21.

c.2) Revisión de ruptura en el tamiz filtrante

Esta actividad es mecánica y su frecuencia de realización es mensual. Se recomienda que se realice al momento de hacer la limpieza del tamiz.

- ❖ Cuando se halla extraído el tamiz de la parte interior de la carcasa del filtro de acuerdo a los pasos requeridos mencionados en limpieza del tamiz.
- ❖ Inspeccionar detenidamente cualquier presencia de inicios de desgaste en la superficie del tamiz.
- ❖ Si el tamiz esta roto o gastado reemplazarlo por uno nuevo.
- ❖ El reemplazo ayudará a que no se obstruya ni existan problemas de funcionalidad en los equipos.

c.3) Revisión del empaque y apriete de las tuercas

Esta actividad es de tipo mecánica y la frecuencia de realización es mensual, si es necesario detener la circulación del fluido térmico por esa área.

- ❖ Luego de la realización de los pasos anteriores de extracción y limpieza del tamiz, al colocar la tapa se debe de revisar cuidadosamente el empaque de sello de la tapadera del elemento filtrante.
- ❖ Se debe de cambiar si se encuentra dañado.
- ❖ Al momento de colocar la tapadera de debe de asegurar que el empaque quede en la posición correcta, para evitar entradas de aire si su ubicación es antes de una bomba de circulación, ó una fuga de aceite.

- ❖ Los pares de apriete de las tuercas de las tapaderas de los filtros debe de ser de acuerdo al diámetro del tornillo denotado por DN, la clasificación M10, M12, etc. denotan el grado de dureza del mismo, y el par de fuerza esta dado en Newton-metro.

Figura 21. Pares comunes de apriete de tuercas hexagonales

Pares de apriete de las tuercas hexagonales:

DN	Tornillos	Par de fuerzas (Nm)
15- 32	M10	16 ⁺⁹
40- 65	M12	30 ⁺¹⁰
80-175	M16	70 ⁺²⁰
200	M20	150 ⁺²⁵
250-400	M24	240 ⁺⁴⁰
500	M27	350 ⁺⁴⁰

Fuente: Instrucciones de funcionamiento y de montaje, colector de lodo. Armaturen. Pág. 5 www.ari-armature.com

d) Caldera

Las calderas son la base principal del sistema de aceite térmico, por lo tanto se deben de tener en perfectas condiciones y garantizar un funcionamiento seguro puesto de también son un punto crítico de seguridad. Es necesario que la realización de los trabajos de mantenimiento en este equipo sea realizado por mecánicos con experiencia.

d.1) Inspección de condiciones externas de la caldera térmica

Este tipo de inspección es de tipo mecánica y puede ser realizada por cualquier mecánico que sea muy observador, la frecuencia de ejecución es diaria. No es necesario para el equipo para la realización de esta inspección.

- ❖ Se debe de realizar un recorrido por el área de cada una de las caleras de recuperación de calor de aceite térmico, observando inicialmente que no exista ninguna fuga de aceite térmico.
- ❖ El mecanismo de apertura y cierre del flap de la caldera, es muy propenso a percibir daños, debido a que se encuentra expuesto a temperaturas mayores de los 300 grados centígrados de los gases de escape.
- ❖ La insulación o protección térmica de la caldera es sumamente importante para evitar el intercambio ó pérdida de energía con el ambiente externo, por lo tanto se debe de asegurar que siempre este bien aislada.
- ❖ Se debe de revisar que no exista ningún tipo de fuga en los tubos de los diferenciales de presión de las calderas.

d.2) Inspección de condiciones internas de la caldera térmica

Este tipo de inspección es recomendable la realización cuando se efectúe el lavado de la misma, debido a que es necesario que disminuya la temperatura interna de la caldera para poder inspeccionar, la inspección la debe de realiza un mecánico con experiencia en calderas, la frecuencia de la realización de este actividad es de acuerdo al intervalo de lavado de la misma, el lavado de la caldera se realiza de acuerdo a la disminución del diferencial de

temperaturas de aceite térmico en la caldera. Para la ejecución de ésta actividad si es necesario para el equipo.

- ❖ Se debe de contar con el equipo de seguridad necesario, casco, mascarilla, lentes transparentes plásticos protectores, guantes de cuero, linterna, arnés, línea de vida, cilindro de auto contenido (oxígeno), y dos personas en el exterior atentas a la persona que ingrese.
- ❖ Se debe de esperar que descienda la temperatura interna de la caldera aproximadamente entre 20 y 30 grados centígrados, luego se debe de retirar la tapadera lateral de la caldera.
- ❖ Con el equipo de protección personal colocado se debe de revisar minuciosamente, cualquier rastro de humedad visible en el serpentín formado por los tubos en la parte superior de la caldera, éste es un buen indicativo de la ruptura de uno de ellos.
- ❖ Se debe de revisar en el suelo de la caldera que no exista la presencia de objetos o materiales extraños depositados en él.
- ❖ Al realizar la inspección interna también se puede aprovechar para revisar el flap de la caldera en la parte interna.
- ❖ Si se encuentra algo inusual o dañado se debe de reparar inmediatamente, de lo contrario se debe de proceder a tapar nuevamente la caldera, asegurándose previamente que no haya quedado ningún objeto en el interior de la caldera.

d.3) Lavado de la caldera térmica

El lavado de la caldera de térmica, es necesario cuando se observe una disminución en el diferencial de temperaturas del aceite térmico en ella, se muestra un ejemplo en el anexo.

- ❖ Si el diferencial de temperaturas de aceite térmico ha disminuido lo suficiente para lavarla esto es si es menos o igual a 8 grados centígrados.
- ❖ Se debe de esperar que descienda la temperatura interna de la caldera aproximadamente a 15 o 20 grados centígrados.
- ❖ Remover la tapadera lateral y la que se encuentra situada en la parte superior de la caldera.
- ❖ Desde la parte de la caldera se debe de aplicar una mezcla de agua más el químico recomendado en este caso por Maxxtec, en una relación que varia de acuerdo al grado de ensuciamiento de la caldera.
- ❖ Esta mezcla debe ser aplicada con una bomba de alta presión con la ayuda de una pistola que también ha sido suministrada por Maxxtec.
- ❖ Luego del lavado se debe de remover lo que se ha desprendido y se ha depositado en el suelo de la caldera.
- ❖ Luego de realizado el lavado se debe de volver a sellar las tapaderas de la caldera que fueron removidas para evitar que se escape por allí energía calorífica, o pueda ser un posible foco de riesgo de alguien que se pase cerca y puede tener daños en la piel por quemaduras.
- ❖ Algunos restos de oín que no se desprendieron, serán removidos al momento de arrancar el motor y el flujo de gases de escape emitidos serán los encargados de la remoción de éstos.

d.4) Venteo de diferenciales de caldera térmica

El venteo de los diferenciales de presión de la caldera térmica es una actividad de tipo mecánica, y la frecuencia de realización es quincenal, debe de ser realizada por mecánicos con experiencia recomendablemente. Si es necesario parar el equipo para la realización de esta actividad.

- ❖ Se debe de utilizar el equipo de protección personal recomendado, guantes de cuero, lentes transparentes plásticos protectores, casaca, gabacha de cuero, mascarilla, extintores de fuego ABC recomendablemente.
- ❖ La temperatura del aceite térmico dentro de la caldera debe de descender aproximadamente a unos 20 grados centígrados.
- ❖ Se deben de cerrar las llaves colocadas en la tubería a la entrada a los diferenciales, tanto superiores como inferiores.
- ❖ Una vez cerradas estas llaves se debe de desconectar la tubería que lleva a cada uno de los diferenciales.
- ❖ Cuando se encuentren desconectados cada uno de los diferenciales con la tubería se debe de abrir un poco la llave que se cerró anteriormente para poder liberar aire acumulado en la tubería ó partículas que fueron arrastradas por el flujo hasta ese punto.
- ❖ Al finalizar el drenado de la tubería se debe de volver a realizar la conexión de la tubería con los diferenciales, asegurándose que quede bien conectado para evitar fugas en la conexión.

e) Regulación y equipo de seguridad

El equipo de regulación es el encargado de mantener la temperatura adecuada en las calderas, y sistema en general de aceite térmico mediante el uso de las válvulas reguladoras de flujo mencionadas en el capítulo tres. El equipo de seguridad son mecanismos de seguridad instalados en los lugares de mayor riesgo como lo es en las calderas, para evitar un exceso de presión o un sobre-temperatura.

e.1) Controles de temperatura

Este tipo de actividad es eléctrica y existen dos tipos de frecuencia de realización de esta actividad, la primera debe de ser diaria y se realiza de la siguiente forma:

- ❖ Para la realización de esta actividad de frecuencia diaria no es necesario parar el equipo.
- ❖ Chequeando en los histogramas de la computadora individual de cada motor el comportamiento de la temperatura y presión del aceite térmico. Cualquier oscilación o picos en las gráficas, son situaciones anormales y se debe de chequear inmediatamente el estado del sensor de temperatura o switch de presión.

La segunda actividad es de tipo eléctrica y tiene una frecuencia de realización mensual. Si es necesario parar el equipo.

- ❖ Se debe de desmontar los sensores y los switch de presión de aceite térmico de su ubicación.
- ❖ Luego de desmontar este equipo mencionado se debe de realizarle una buena limpieza con la ayuda de un spray limpia contactos (dieltron) y aire comprimido de 7 bares de presión.
- ❖ Una vez limpios y secos se deben de volver a colocar cada uno en su lugar original, teniendo mucho cuidado con su conexión.

e.2) Temperaturas de disparo

La revisión de las temperaturas de disparo pueden ser chequeadas de dos formas, la primera actividad es de tipo eléctrica con una frecuencia de

realización diaria y no es necesario parar el equipo, la realización es la siguiente:

- ❖ Revisar diariamente el comportamiento de cada uno de los parámetros almacenados en la memoria de la computadora de cada uno de los motores, en busca de posibles temperaturas que estén en un rango de peligro o sobre-temperatura.
- ❖ Si todo se encuentra algún valor fuera de lo normal se deben de tomar las medidas necesarias para corregir el problema inmediatamente.

La segunda actividad es de tipo eléctrica también, y la frecuencia de realización es mensual, y consiste en revisar la calibración de los sensores y swich de presión de aceite térmico para garantizar una lectura correcta.

La calibración se debe de realizar en el laboratorio electrónico de la planta de generación de energía por un ingeniero eléctrico ó electrónico que conozca los rangos permitidos de operación del aceite térmico.

e.3) Controlador de flujo de gases de escape

Este tipo de actividad es de tipo mecánica y también tiene dos tipos de actividad a realizar. La primera actividad es una inspección diaria del comportamiento de maniobrabilidad del flap de caldera, el flap de la caldera es el encargado de dar la dirección de salida de los gases de escape mediante la apertura de compuertas internas en la salida de gases de escape, la salida puede ser por la caldera o por otro conducto que está directo para el exterior. No es necesario parar el equipo.

- ❖ La inspección debe de constar en la observación detenida de la maniobrabilidad de los flap, no deben de tener ningún tipo de interferencia en el movimiento y debe de ser totalmente automatizado.
- ❖ Cualquier tipo de situación anormal que se observe se debe de reportar inmediatamente al jefe de mecánicos para que transfiera la información necesaria al ingeniero encargado de la programación de mantenimientos para la reparación.

El segundo tipo de actividad a realizar es de tipo mecánica también y se la frecuencia de realización es mensual y consiste en la inspección interna del estado de los flap de la caldera, esto con el fin de observar si no existe algún tipo de daño.

- ❖ Se debe de contar con el equipo de seguridad necesario, casco, mascarilla, lentes transparentes plásticos protectores, guantes de cuero, linterna, arnés, línea de vida, cilindro de auto contenido (oxígeno), y dos personas en el exterior atentas a la persona que ingrese.
- ❖ Se debe de esperar que descienda la temperatura interna de la caldera aproximadamente entre 20 y 30 grados centígrados, luego se debe de retirar la tapadera lateral de la caldera.
- ❖ Se deben de observar los ejes de los flap, que no exista ningún tipo de rajadura o quebradura en la superficie de ellos, se deben de revisar los pines de sujeción del cuerpo del flap con la caldera que no se encuentren flojos.
- ❖ Si se encuentra algo malo o anormal se debe de realizar las reparaciones necesarias, de lo contrario se debe de sellar nuevamente la tapadera de acceso a la caldera con el procedimiento indicado en la actividad de lavado de caldera.

e.4) Medidores de presión

La inspección de los medidores de presión es una actividad de tipo mecánica y la frecuencia de realizaciones diaria, no es necesario parar el equipo para realizarla.

- ❖ Se debe de verificar en la rosca de conexión con la tubería que no existan fugas.
- ❖ La inspección de las agujas de marcación de los diferenciales es importante para asegurarse que no estén brindando lecturas erróneas.
- ❖ Si existe algún diferencial que se encuentre quebrado o en mal estado se debe de informar al jefe de mecánicos para que informe y se realice la reparación necesaria, programándola en los mantenimientos.

e.5) Pruebas de las válvulas de seguridad

Actividad tipo mecánica, con frecuencia de realización anual, si es necesario parar el equipo.

- ❖ Se debe de remover de su ubicación la válvula
- ❖ Se debe de trasladar al banco de pruebas ubicado en el taller.
- ❖ La válvula de seguridad se conectará al sistema de pruebas con aceite térmico.
- ❖ Una vez conectado se debe de proceder a regular la presión del sistema con la bomba de circulación a 10 bares de presión.

- ❖ Al alcanzar en el manómetro de lectura los 10 bar, la válvula de seguridad debe de vencer al resorte calibrado y dar apertura a la liberación de la sobre presión.
- ❖ Si la prueba fue exitosa se debe de volver a montar la válvula en su lugar original de lo contrario se debe de reemplazar por otra original.

f) Tanque de almacenamiento (Sump tank)

El tanque de almacenamiento es el que colecta todas las descargas de las válvulas de alivio y el aceite drenado del sistema.

f.1) Revisión de fugas en sump tank

La revisión de fugas es una actividad mecánica con una frecuencia de realización diaria, no es necesario parar el equipo.

- ❖ Se debe de observar que no exista ningún tipo de humedad provocada por algún tubo que conecta con este tanque.
- ❖ Se debe de revisar la base del tanque en busca de alguna posible grieta que empiece a liberar una pequeña cantidad de aceite.
- ❖ Cualquier cosa que se observe anormal se debe de reportar inmediatamente al jefe de mecánicos para que traslade la información necesaria al encargado de la programación de mantenimientos para su reparación.

f.2) Limpieza interior de sump tank

Para llevar a cabo esta actividad se debe de programar teniendo en cuenta que no se contará con el tanque de reserva de aceite térmico por lo tanto se debe de realizar lo más rápido posible. La frecuencia de realización es anual y es una actividad mecánica.

- ❖ Se debe de contar con el equipo de seguridad necesario, casco, mascarilla, lentes transparentes plásticos protectores, guantes de cuero, linterna, arnés, línea de vida, cilindro de auto contenido (oxígeno), y dos personas en el exterior atentas a la persona que ingrese.
- ❖ Se debe de contar con una bomba para succionar el nivel que tenga el aceite térmico, esta bomba descargará en un tanque auxiliar móvil.
- ❖ El tanque está provisto de filtros de espesor muy cerrado para retener la suciedad contenida en él.
- ❖ Cuando la bomba ya no alcance a succionar el residuo lodoso que se haya acumulado en el fondo, se deberá asignar a una persona para que con una pala lo coloque dentro de cubetas para su extracción. Se deberá de rotar a esta persona cada 30 min. Para prevenir cualquier posible desmayo o accidente por estar dentro del tanque.
- ❖ Al finalizar la limpieza del tanque se deberá verificar que no haya quedado residuos de tela o alguna herramienta dentro de él.
- ❖ Se debe de tapar nuevamente el tanque.

g) Tanque de expansión

Todos los trabajos de mantenimiento realizados en el tanque de expansión de aceite térmico, deben de ser bien programados por parte del encargado de la programación de mantenimientos. La forma correcta de aislar

un tanque de expansión es cerrando las llaves de entradas al tanque de expansión y las que intercomunican con los tanque de expansión de Bluref II, de esta forma si se puede drenar el aceite contenido en el tanque aún.

g.1) Revisión de fugas en tanque de expansión

Esta actividad es de tipo mecánica, la frecuencia de realización es diaria no es necesario parar el equipo para esta revisión.

- ❖ Se debe de brindar mucha atención a cualquier inicio de humedad ya sea en la superficie externa del tanque o en las tuberías de entrada o de salida al tanque.
- ❖ Las llaves de paso son una posible fuente de fugas de aceite térmico, por lo tanque si se encuentra una válvula con fugas es necesario reportarla inmediatamente al jefe de mecánicos.

g.2) Drenado del tanque de expansión

Es necesario realizar el drene del tanque de expansión para eliminar el agua acumulada en la parte inferior del mismo. Es una actividad de tipo mecánica y la frecuencia de realización es trimestral, no es necesario para el equipo.

- ❖ Se debe de contar con el equipo de protección personal necesaria, extinguidor, lentes transparentes plásticos protectores, guantes de cuero, gabacha de cuero, casco, mascarillas, cilindro de auto-contenido (oxígeno).
- ❖ Se debe de colocar un recipiente adecuado a la salida del drene del tanque de expansión.

- ❖ Se debe de abrir lentamente la llave instalada a la salida del tanque de forma tal que empiece a salir sin turbulencia.
- ❖ Se dejará de drenar al finalizar de salir agua y residuos acumulados en el fondo del tanque de expansión.
- ❖ Cuando haya empezado a salir únicamente aceite térmico limpio, se debe de cerrar la llave de drenado, asegurándose que quede bien cerrada la llave para que no existan fugas en la tubería.

g.3) Drenado de blocking vessel

Se recomienda realizar este drenado juntamente con el drenado del tanque de expansión para llevar el mismo intervalo de tiempo. Esta actividad también es de tipo mecánica, la frecuencia de realización es trimestral, no es necesario parar el equipo.

- ❖ Se debe de contar con el equipo de protección personal necesaria, extinguidor, lentes transparentes plásticos protectores, guantes de cuero, gabacha de cuero, casco, mascarillas, cilindro de auto-contenido (oxígeno).
- ❖ Se debe de colocar un recipiente adecuado a la salida de la tubería de drenado del blocking vessel.
- ❖ Se debe de abrir lentamente la llave instalada a la salida del blocking vessel de forma tal que empiece a salir sin turbulencia.
- ❖ Se dejará de drenar al finalizar de salir agua y residuos acumulados en el fondo del blocking vessel.
- ❖ Cuando haya empezado a salir únicamente aceite térmico limpio, se debe de cerrar la llave de drenado, asegurándose que quede bien cerrada la llave para que no existan fugas en la tubería.

g.4) Análisis de aceite térmico

El análisis de aceite se realizará en un laboratorio que cuente con el equipo adecuado para el análisis de propiedades contenidas en el mismo por ejemplo viscosidad, TAN, densidad.

- ❖ Antes de extraer la muestra se debe de drenar una buena cantidad de aceite térmico para garantizar que la muestra que se obtenga sea del sistema actual en circulación.
- ❖ Se debe extraer la muestra en un recipiente adecuado, limpio y hermético.
- ❖ Se debe de enviar debidamente identificada la muestra al laboratorio.

h) Tanque de expansión

La inspección del estado del tanque es sumamente importante para determinar cuando inicia a deteriorarse, se puede realizar una observación minuciosa en la superficie exterior del tanque, teniendo mucha importancia la observación de la tubería, sobre todo que no existan inicios de corrosión o deterioro de las mismas, un inicio de corrosión es el inicio de la formación de superficies porosas en el tanque.

h.1) Inspección del estado del tanque

Es una tarea de tipo mecánica, no se requiere parar ningún equipo para su realización, la frecuencia de realización es mensual, si se encuentra algún inicio de deterioro del tanque como de las tubería cercanas pertenecientes al sistema de aceite térmico se debe de reportar al jefe de mecánicos para que

transfiera la información al encargado de la programación de mantenimientos para su reparación.

h.2) Revisión de insulación

La insulación instalada en el tanque de expansión en sí, la insulación se encuentra en la tubería de entrada y salida del tanque de expansión, esta tarea es de tipo mecánica, la frecuencia de realización es mensual, no se requiere parar ningún equipo para su realización, se debe de cuidar que la insulación no se deteriore de la tubería por factores ambientales como lo es el agua, la composición de la insulación es la siguiente: Primero se forra la tubería con fibra de vidrio, esta fibra es estabilizada en su lugar por tape, luego cubriendo todo el forro de tape se coloca una pieza de hojalata, la cuál se amolda de acuerdo a la forma de la tubería. La insulación tiene como fin primordial evitar la pérdida de calor con el ambiente, por lo tanto la insulación aísla al aceite térmico.

h.3) Chequeo de nivel en tanque de expansión

Este control se debe de llevar cada 15 minutos con el sensor de nivel instalado en el mismo, cuya señal puede ser observada en la computadora master ubicada en el cuarto de control de la planta generadora. El nivel óptimo del tanque es arriba del 27%. Si se observa un descenso del nivel de 15% del tanque de expansión es un indicativo que se necesita agregarle más aceite al sistema en general de aceite térmico ó existe una fuga del mismo.

El agregado de aceite térmico se hace mediante el uso de una bomba instalada junto al sump tank, debido a que el aceite que es drenado va directo al

sump tank, lo cual como consecuencia es una disminución del nivel del sistema.

h.4) Chequeo de temperatura en tanque de expansión

El control de la temperatura es una actividad mecánica la cual deberá ser realizada por un mecánico con la ayuda de una pistola para mediciones de temperatura, la frecuencia de realización debe de ser diaria, es recomendable que se tome durante un intervalo estimado de tiempo de cada dos horas. La temperatura del aceite térmico en este tanque no debe de exceder a la del sistema en general, aproximadamente está uno 10 o 20 grados centígrados abajo del promedio general.

4.2 Programa de mantenimiento

Para programar los trabajos o actividades de mantenimiento, el encargado de mantenimiento se apoya en la experiencia técnica del fabricante y del distribuidor del equipo, del personal de mantenimiento y de su propia experiencia. Estas experiencias y conocimiento son los que dictan qué es lo que hay que hacer y cada cuánto hay que hacerlo en los equipos.

Esta programación coordina las actividades de mantenimiento, con una calendarización de actividades basada en horas o períodos de operación. Esta programación ayudará a establecer prioridades en la atención de equipos, a distribuir las cargas de trabajo del personal de mantenimiento, a controlar oportunamente las existencias de partes, de materiales y de lubricantes, para cada trabajo, a determinar las características de conocimiento y destrezas necesarias en el personal y a proveer las herramientas y equipos indispensables para la realización del mantenimiento. A partir de esta

programación se pueden sacar conclusiones para determinar si las frecuencias de actividades de mantenimiento realizadas son las adecuadas técnica y económicamente, teniendo bases para la evaluación de la operación de un sistema de mantenimiento.

4.2.1 Clasificación de las tareas a realizar para el mantenimiento

Se puede definir los tipos de actividades para el programa de mantenimiento de la siguiente manera:

- a) Actividades mecánicas**, son todas aquellas actividades en las cuales no está involucrado el mantenimiento de ningún sistema eléctrico o electrónico.

- b) Actividades eléctricas**, son las actividades en las cuales si se encuentran involucrados equipos eléctricos, electrónicos, tarjetas electrónicas, circuitos, sensores de temperatura y velocidad.

- c) Actividades de lubricación**, es una actividad en la cual es necesaria la aplicación de un lubricante ya sea grasa o aceite, en una superficie en donde se encuentran en constante roce dos cuerpos determinados, ya sean estos, cojinetes o rodamientos, cajas de engranajes.

Pudiendo de esta forma llegar a alcanzar el objetivo que se pretende de la mejor manera.

De acuerdo a la experiencia en tareas de mantenimiento, cuando previamente se programa una tarea de mantenimiento se hace para la realización de alguno o varias de las siguientes tareas:

- ✓ **Verificaciones:** aquellas tareas que consistan en comprobar el correcto funcionamiento de un componente o sub-equipo determinado.
- ✓ **Limpiezas:** todas las tareas destinadas a mantener los componentes o sub-equipos libres de cualquier suciedad o impureza que perjudique su correcto funcionamiento (Filtros, tuberías, etc.).
- ✓ **Lubricaciones:** tareas encaminadas a garantizar la correcta lubricación de los componentes, para evitar el excesivo desgaste y deterioro de las piezas.
- ✓ **Cambios:** sustitución de repuestos usados por nuevos, tomando como referencia las recomendaciones de los fabricantes de los equipos.

4.2.2 Clasificación de las frecuencias de ejecución de tareas por equipo

La determinación de las frecuencias de los trabajos o tareas de mantenimiento constituye una herramienta de ayuda para el programador o coordinador de mantenimiento. En el cual se puede basar para realizar la distribución adecuada de los recursos limitados que se tenga disponibles, obviamente comenzando por aquellas tareas que tengan la prioridad más alta.

La frecuencia de tiempo con que se deben realizar las distintas tareas de mantenimiento se maneja de acuerdo a las recomendaciones de los proveedores de equipos, especificaciones claramente en los catálogos o manuales.

4.2.3 Lista de tareas de mantenimiento por equipo

Para poder brindarle el mantenimiento adecuado a cada uno de los equipos instalados en el sistema completo de aceite térmico se debe de realizar todas las tareas de mantenimiento adecuadas según sea la exigencia que tenga cada equipo en cuanto a trabajo y el diseño con que haya sido desarrollado en su fabricación. En la siguiente tabla se hace un listado de las actividades propuestas para realizar en cada uno de los equipos instalados en éste sistema, se puede visualizar de una forma clara la descripción de la tarea de mantenimiento, el tipo de mantenimiento, si es necesario parar o no el equipo y la frecuencia de realización de las tareas.

En las tablas que se presenta a continuación se hace una propuesta de realizaciones de tareas de mantenimientos a todos los equipos involucrados en la circulación del aceite térmico por la planta generadora GCA, donde aparece claramente la fecha y la actividad que se realizará por día durante el año 2008.

Tabla VIII. Propuesta de calendarización de frecuencias de tareas de mantenimiento por equipo para el año 2008.

Inicia en página 94.

<h1>Enero</h1>	
DESCRIPCIÓN	
	Válvulas en general
Limpieza general y revisar que no existan fugas	
Aplicación de grasa a los vástagos de las válvulas de accionamiento manual	
Verificación de fugas en tuberías	
Inspección de fugas en flanges	
Lubricación de correderas en válvulas de tres vías, accionadas eléctricamente	
Limpieza de componentes electrónicos en válvulas de tres vías	
Verificación del buen estado y limpieza del cableado externo en válvulas de tres vías	
Calibración de componentes electrónicos	
	Bombas
Limpieza general y revisión de sellos mecánicos	
Inspección de ruidos característicos y fugas de aceite térmico	
Inspección de uniones maleables (Coupling o acoplamiento)	
Inspección de la carcasa para ver si existe corrosión	
Inspección de rodamientos	
Inspección del eje y alineación	
Revisión de cojinetes del motor eléctrico y conexiones	
	Filtros
Limpieza del tamiz	
Revisión de ruptura en el tamiz del filtro	
Revisión del empaque y apriete de las tuercas	
	Caldera
Inspección de condiciones externas	
Inspección de condiciones internas	
Lavado de calderas (De acuerdo a la disminución del diferencial de temperaturas de entrada y salida a la caldera)	
Venteo de diferenciales de calderas	
	Regulación y Equipo de Seguridad
Controles de temperatura	
Temperaturas de disparo	
Controlador del flujo de gases de escape	
Medidores de presión	
Pruebas de válvulas de seguridad	
	Tanque de almacenamiento (Sump Tank)
Revisión de fugas	
Limpieza interior del tanque cada año	
	Tanque de expansión
Revisión de fugas	
Drenado del tanque (Cada tres meses)	
Drenado de blocking vessel (Cada tres meses)	
Análisis de aceite térmico	
	Tanque de expansión
Inspección del estado del tanque	
Revisión de insulación	
Chequeo de nivel en tanque de expansión	
Chequeo de temperatura en tanque de expansión	

Julio		31/07/2008	30/07/2008	29/07/2008	28/07/2008	27/07/2008	26/07/2008	25/07/2008	24/07/2008	23/07/2008	22/07/2008	21/07/2008	20/07/2008	19/07/2008	18/07/2008	17/07/2008	16/07/2008	15/07/2008	14/07/2008	13/07/2008	12/07/2008	11/07/2008	10/07/2008	09/07/2008	08/07/2008	07/07/2008	06/07/2008	05/07/2008	04/07/2008	03/07/2008	02/07/2008	01/07/2008
DESCRIPCIÓN																																
Válvulas en general																																
Limpeza general y revisar que no existan fugas																																
Aplicación de grasa a los vástagos de las válvulas de accionamiento manual																																
Verificación de fugas en tuberías																																
Inspección de fugas en flanges																																
Lubricación de correderas en válvulas de tres vías, accionadas eléctricamente																																
Limpeza de componentes electrónicos en válvulas de tres vías																																
Verificación del buen estado y limpieza del cableado externo en válvulas de tres vías																																
Calibración de componentes electrónicos																																
Bombas																																
Limpeza general y revisión de sellos mecánicos																																
Inspección de ruidos característicos y fugas de aceite térmico																																
Inspección de uniones maleables (Coupling o acoplamiento)																																
Inspección de la carcasa para ver si existe corrosión																																
Inspección de rodamientos																																
Inspección del eje y alineación																																
Revisión de cojinetes del motor eléctrico y conexiones																																
Filtros																																
Limpeza del tamiz																																
Revisión de ruptura en el tamiz del filtro																																
Revisión del empaque y apriete de las tuercas																																
Caldera																																
Inspección de condiciones externas																																
Inspección de condiciones internas																																
Lavado de calderas (De acuerdo a la disminución del diferencial de temperaturas de entrada y salida a la caldera)																																
Venteeo de diferenciales de calderas																																
Regulación y Equipo de Seguridad																																
Controles de temperatura																																
Temperaturas de disparo																																
Controlador del flujo de gases de escape																																
Medidores de presión																																
Pruebas de válvulas de seguridad																																
Tanque de almacenamiento (Sump Tank)																																
Revisión de fugas																																
Limpeza interior del tanque cada año																																
Tanque de expansión																																
Revisión de fugas																																
Drenado del tanque (Cada tres meses)																																
Drenado de blocking vessel (Cada tres meses)																																
Análisis de aceite térmico																																
Tanque de expansión																																
Inspección del estado del tanque																																
Revisión de insulación																																
Chequeo de nivel en tanque de expansión																																
Chequeo de temperatura en tanque de expansión																																

Agosto			01/08/2008	02/08/2008	03/08/2008	04/08/2008	05/08/2008	06/08/2008	07/08/2008	08/08/2008	09/08/2008	10/08/2008	11/08/2008	12/08/2008	13/08/2008	14/08/2008	15/08/2008	16/08/2008	17/08/2008	18/08/2008	19/08/2008	20/08/2008	21/08/2008	22/08/2008	23/08/2008	24/08/2008	25/08/2008	26/08/2008	27/08/2008	28/08/2008	29/08/2008	30/08/2008	31/08/2008				
DESCRIPCIÓN																																					
Válvulas en general																																					
	Limpeza general y revisar que no existan fugas																																				
	Aplicación de grasa a los vástagos de las válvulas de accionamiento manual																																				
	Verificación de fugas en tuberías																																				
	Inspección de fugas en flanges																																				
	Lubricación de correderas en válvulas de tres vías, accionadas eléctricamente																																				
	Limpeza de componentes electrónicos en válvulas de tres vías																																				
	Verificación del buen estado y limpieza del cableado externo en válvulas de tres vías																																				
	Calibración de componentes electrónicos																																				
Bombas																																					
	Limpeza general y revisión de sellos mecánicos																																				
	Inspección de ruidos característicos y fugas de aceite térmico																																				
	Inspección de uniones maleables (Coupling o acoplamiento)																																				
	Inspección de la carcasa para ver si existe corrosión																																				
	Inspección de rodamientos																																				
	Inspección del eje y alineación																																				
	Revisión de cojinetes del motor eléctrico y conexiones																																				
Filtros																																					
	Limpeza del tamiz																																				
	Revisión de ruptura en el tamiz del filtro																																				
	Revisión del empaque y apriete de las tuercas																																				
Caldera																																					
	Inspección de condiciones externas																																				
	Inspección de condiciones internas																																				
	Lavado de calderas (De acuerdo a la disminución del diferencial de temperaturas de entrada y salida a la caldera)																																				
	Venteo de diferenciales de calderas																																				
Regulación y Equipo de Seguridad																																					
	Controles de temperatura																																				
	Temperaturas de disparo																																				
	Controlador del flujo de gases de escape																																				
	Medidores de presión																																				
	Pruebas de válvulas de seguridad																																				
Tanque de almacenamiento (Sump Tank)																																					
	Revisión de fugas																																				
	Limpeza interior del tanque cada año																																				
Tanque de expansión																																					
	Revisión de fugas																																				
	Drenado del tanque (Cada tres meses)																																				
	Drenado de blocking vessel (Cada tres meses)																																				
	Análisis de aceite térmico																																				
	Inspección del estado del tanque																																				
	Revisión de insulación																																				
	Chequeo de nivel en tanque de expansión																																				
	Chequeo de temperatura en tanque de expansión																																				

<h1>Septiembre</h1>													
DESCRIPCIÓN													
	Válvulas en general												
	Limpieza general y revisar que no existan fugas												
	Aplicación de grasa a los vástagos de las válvulas de accionamiento manual												
	Verificación de fugas en tuberías												
	Inspección de fugas en flanges												
	Lubricación de correderas en válvulas de tres vías, accionadas eléctricamente												
	Limpieza de componentes electrónicos en válvulas de tres vías												
	Verificación del buen estado y limpieza del cableado externo en válvulas de tres vías												
	Calibración de componentes electrónicos												
	Bombas												
	Limpieza general y revisión de sellos mecánicos												
	Inspección de ruidos característicos y fugas de aceite térmico												
	Inspección de uniones maleables (Coupling o acoplamiento)												
	Inspección de la carcasa para ver si existe corrosión												
	Inspección de rodamientos												
	Inspección del eje y alineación												
	Revisión de cojinetes del motor eléctrico y conexiones												
	Filtros												
	Limpieza del tamiz												
	Revisión de ruptura en el tamiz del filtro												
	Revisión del empaque y apriete de las tuercas												
	Caldera												
	Inspección de condiciones externas												
	Inspección de condiciones internas												
	Lavado de calderas (De acuerdo a la disminución del diferencial de temperaturas de entrada y salida a la caldera)												
	Venteo de diferenciales de calderas												
	Regulación y Equipo de Seguridad												
	Controles de temperatura												
	Temperaturas de disparo												
	Controlador del flujo de gases de escape												
	Medidores de presión												
	Pruebas de válvulas de seguridad												
	Tanque de almacenamiento (Sump Tank)												
	Revisión de fugas												
	Limpieza interior del tanque cada año												
	Tanque de expansión												
	Revisión de fugas												
	Drenado del tanque (Cada tres meses)												
	Drenado de blocking vessel (Cada tres meses)												
	Análisis de aceite térmico												
	Tanque de expansión												
	Inspección del estado del tanque												
	Revisión de insulación												
	Chequeo de nivel en tanque de expansión												
	Chequeo de temperatura en tanque de expansión												

Octubre		31/10/2008	30/10/2008	29/10/2008	28/10/2008	27/10/2008	26/10/2008	25/10/2008	24/10/2008	23/10/2008	22/10/2008	21/10/2008	20/10/2008	19/10/2008	18/10/2008	17/10/2008	16/10/2008	15/10/2008	14/10/2008	13/10/2008	12/10/2008	11/10/2008	10/10/2008	09/10/2008	08/10/2008	07/10/2008	06/10/2008	05/10/2008	04/10/2008	03/10/2008	02/10/2008	01/10/2008	
DESCRIPCIÓN																																	
Válvulas en general																																	
Limpeza general y revisar que no existan fugas																																	
Aplicación de grasa a los vástagos de las válvulas de accionamiento manual																																	
Verificación de fugas en tuberías																																	
Inspección de fugas en flanges																																	
Lubricación de correderas en válvulas de tres vías, accionadas eléctricamente																																	
Limpeza de componentes electrónicos en válvulas de tres vías																																	
Verificación del buen estado y limpieza del cableado externo en válvulas de tres vías																																	
Calibración de componentes electrónicos																																	
Bombas																																	
Limpeza general y revisión de sellos mecánicos																																	
Inspección de ruidos característicos y fugas de aceite térmico																																	
Inspección de uniones maleables (Coupling o acoplamiento)																																	
Inspección de la carcasa para ver si existe corrosión																																	
Inspección de rodamientos																																	
Inspección del eje y alineación																																	
Revisión de cojinetes del motor eléctrico y conexiones																																	
Filtros																																	
Limpeza del tamiz																																	
Revisión de ruptura en el tamiz del filtro																																	
Revisión del empaque y apriete de las tuercas																																	
Caldera																																	
Inspección de condiciones externas																																	
Inspección de condiciones internas																																	
Lavado de calderas (De acuerdo a la disminución del diferencial de temperaturas de entrada y salida a la caldera)																																	
Venteo de diferenciales de calderas																																	
Regulación y Equipo de Seguridad																																	
Controles de temperatura																																	
Temperaturas de disparo																																	
Controlador del flujo de gases de escape																																	
Medidores de presión																																	
Pruebas de válvulas de seguridad																																	
Tanque de almacenamiento (Sump Tank)																																	
Revisión de fugas																																	
Limpeza interior del tanque cada año																																	
Tanque de expansión																																	
Revisión de fugas																																	
Drenado del tanque (Cada tres meses)																																	
Drenado de blocking vessel (Cada tres meses)																																	
Análisis de aceite térmico																																	
Tanque de expansión																																	
Inspección del estado del tanque																																	
Revisión de insulación																																	
Chequeo de nivel en tanque de expansión																																	
Chequeo de temperatura en tanque de expansión																																	

4.3 Administración del mantenimiento

La administración de las tareas de mantenimiento debe de ser realizada por el Ingeniero de Mantenimiento. Esta persona es la encargada de la supervisión y programación de todas las tareas de mantenimiento, cualquier situación anormal que necesiten una corrección inmediata, se deberá de informar al ingeniero de mantenimiento para que él se encargue del análisis completo del problema y la programación de la fecha de la realización de la tarea.

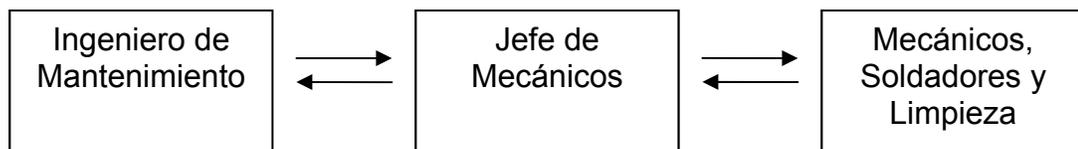
Para poder administrar de una manera eficiente las distintas actividades de mantenimiento en todos los equipos se sugiere que se realicen inspecciones regulares a los equipos antes y después de la realización de las tareas de mantenimiento, estas inspecciones las debe de realizar el responsable de la realización del mantenimiento como el jefe de mecánicos que se encuentre de turno, no está demás la inspección también del ingeniero de mantenimiento.

4.3.1 Personal encargado de la realización de las tareas de mantenimiento

El personal encargado de la realización de las tareas de mantenimiento son los mecánicos de la planta de generación de energía y tienen como mayor responsabilidad la funcionalidad de los equipos y herramientas a utilizar, también el garantizar el trabajo realizado para que no existan fallas o problemas posteriores. La supervisión del trabajo realizado por los mecánicos debe de ser realizada por el jefe de mecánicos para garantizar un trabajo de buena calidad, sobre todo es el encargado de asegurarse que las tareas de mantenimiento estén llevándose a cabo de una forma segura, esto quiere decir que no esté en peligro la vida ni la salud de los mecánicos o personal a cargo de la tarea. Los canales de comunicación del avance o culminación de las tareas serán de la

siguiente forma: La realización de las tareas de mantenimiento son realizadas por los mecánicos, ellos son supervisados por el Jefe de mecánicos, y el Jefe de mecánicos es el encargado de brindarle la información en relación a el avance de las tareas, problemas inesperados en la realización del mismo.

Figura 22. Organización de comunicación en la realización de tareas de mantenimiento.



4.3.2 Órdenes de trabajo

Una orden de trabajo es un documento identificado con un número correlativo individual e irrepitible que se utiliza para asignar una tarea de mantenimiento determinada, en el cual se debe especificar entre otras cosas, el equipo en el que se debe trabajar, el tipo de trabajo a realizar (mecánico, instrumentista, eléctrico o de lubricación entre otros), la descripción de la tarea a realizar, la(s) persona(s) que deberá(n) realizar la tarea, el tiempo estimado de realización y los repuestos e insumos que se deberán utilizar. Si las hubiese.

Será de suma importancia que los datos que reporten las personas a las que se les asigne una orden de trabajo sean verídicos y exactos para poder

obtener una correcta retroalimentación de información y llevar un registro adecuado. (Ver figura 23)

4.3.3 Reportes de ejecución de trabajos de mantenimiento

Quién efectúe un trabajo asignado por medio de una orden de trabajo será responsable de reportar en la misma los pormenores de la ejecución del trabajo, fecha de ejecución, tiempo de ejecución del trabajo, repuestos utilizados y observaciones. (Ver figura 23)

4.4 Control de mantenimiento

Para el control del mantenimiento se sugiere utilizar formatos para llevar un registro y supervisión de las tareas de mantenimiento.

4.4.1 Formatos de registro de mantenimiento

Son documentos diseñados para poder llevar el control de toda la información relacionada con las distintas tareas de mantenimiento efectuadas en los equipos programados. Se recomienda que estos formatos sean almacenados de una forma segura para poder garantizar un acceso cuando fuese necesario consultarlos, lo ideal sería contar con un programa de cómputo para almacenarlos digitalmente. La información debe de ser extraída de las órdenes de trabajo y reportes de ejecución de las tareas de mantenimiento.

4.4.1.1 Ficha técnica

Es la recopilación de la información general de los equipos en estudio, en este documento se encuentran los datos más importantes. Deberá ser

elaborado antes de poner en funcionamiento el equipo y servirá de referencia para obtener información de sus distintos componentes y repuestos.

La información que se debe incluir en la ficha técnica es la siguiente:

- a. Nombre del equipo, localización, marca
- b. Repuestos recomendados en general: descripción, tipo, código, cantidad recomendada.
- c. Listado de información de sub-equipos (descripción, marca, fabricante, fecha e inicio de marcha, repuestos recomendados).

Para el caso de los repuestos de sub-equipos y componentes que no se cuenta con información detallada, será necesario contactar con los distintos proveedores para solicitarles dichos datos, y después agregarlos a la ficha técnica. (Ver figura 24)

4.4.1.2 Control de órdenes de trabajo

En este archivo, se llevará un control detallado de los trabajos de mantenimiento que se efectúen a los equipos instalados en el sistema de aceite térmico, lo cual conllevará a obtener un record de los trabajos asignados mediante órdenes de trabajo a cada uno de los equipos instalados en el mencionado sistema de circulación, (Ver figura 25) algunos de los datos que deben de contener las órdenes de trabajo son los siguientes:

- a. Fecha de realización
- b. Horómetro
- c. Equipo o sub-equipo
- d. Nombre (s) de la (s) persona (s) involucradas en el trabajo

- e. Confirmación de la realización de la orden de trabajo
- f. Motivo por el cual no fue llevada a cabo la orden de trabajo
- g. Observaciones

4.4.1.3 Historial de órdenes de trabajo

El historial es un archivo por mes en el cual se documentará en forma cronológica la información más importante de los distintos trabajos de mantenimiento que se han efectuado en los equipos. Los datos que se registrarán son los siguientes:

- a. Fecha en la que se efectuó el trabajo
- b. Equipo o sub-equipo en el que se trabajó
- c. Tipo de trabajo efectuado (mantenimiento preventivo, correctivo, emergencia)
- d. Descripción del trabajo
- e. Cantidad de personas que realizaron el trabajo
- f. Tiempo estimado en horas de duración del trabajo
- g. Descripción y cantidad de los repuestos empleados
- h. Observaciones

Para llevar un mejor control de las actividades realizadas es recomendable que se almacenen en un equipo de cómputo para facilitar las consultas.

Figura 23. Formato de orden de trabajo y reporte de ejecución de trabajo de mantenimiento

Logo de la empresa _____ **No.** _____

ORDEN DE TRABAJO / REPORTE DE EJECUCIÓN

Fecha de emisión: _____ Planta: _____
 Encargado del Mantenimiento: _____ Equipo: _____
 Horómetro: _____

TIPO DE MANTENIMIENTO

Preventivo Correctivo Emergencia Otro

Mantenimiento a realizar: _____

Tiempo programado: _____ Tiempo Real: _____

REPUESTOS UTILIZADOS

Cantidad	Descripción	Código

Mecánicos involucrados en el mantenimiento:

	Nombre
1	
2	
3	

Observaciones: _____

_____ _____ _____
 Encargado del Mantenimiento Jefe de Turno Ingeniero de Mantenimiento

Figura 24. Formato de ficha técnica de control

FICHA TÉCNICA DE CONTROL	
PLANTA:	FECHA:
MOTOR No.:	
INFORMACION GENERAL DEL EQUIPO	
EQUIPO:	FABRICANTE:
MARCA:	PBX/FAX:
No. DE SERIE:	E-MAIL:
FECHA DE COMPRA:	PROVEEDOR:
FECHA DE INSTALACION:	PBX/FAX:
DATOS DE OPERACIÓN:	E-MAIL:
	TIEMPO DE GARANTIA:
OBSERVACIONES:	

térmica; al momento de realizar la extensión de la línea queda abierto el sistema, por lo tanto cualquier suciedad, escoria de la soldadura e incluso tierra que puedan contener los tubos si no son sometidos a un tratamiento previo a la adaptación de la tubería, o al menos realizarle una buena limpieza, pueden depositar en el fluido térmico toda esta suciedad lo que va deteriorando las propiedades del aceite térmico. También al momento de prolongar una línea o extensión de la tubería de aceite térmico, sino se tiene el cuidado adecuado y se realizan soldaduras con los tubos colocados ya en posición final, se pueden dejar depósitos de escoria de soldadura.

Es necesario tener en cuenta que si se le brinda el respectivo mantenimiento predictivo a todo el sistema de aceite térmico, vamos a colaborar con la prolongación de la vida útil del mismo.

4.5.1 Mantenimiento predictivo del aceite térmico

Para cada uno de los accesorios colocados en el sistema de circulación del aceite térmico basta con los mantenimientos periódicos que se le brindan.

Para poder contar con un aceite térmico con las propiedades adecuadas es necesario estar seguro de las propiedades más importantes del mismo, como lo son la densidad, viscosidad, flash point (temperatura de ignición), y acides.

Como punto de partida se puede tomar como referencia el valor que aparece en la tabla de propiedades térmicas, la viscosidad cinemática del aceite térmico a 40°C, que es de 22 a 45 cSt., y de esta forma realizarle análisis al menos cada 3 meses y un análisis de las demás propiedades al menos una vez por año.

Se debe de evitar la mezcla con otros materiales debido a que puede reaccionar con agentes oxidantes fuertes como cloratos, nitratos, peróxidos, etc. ya que con todos ellos es incompatible.

Este aceite térmico a base de petróleo que puede refinarse por varios procesos incluyendo la extracción severa de disolventes, hidrocraqueo severo o hidrotratamiento severo; éste aceite no figura en el Informe anual del Programa Nacional de Toxicología (NTP) ni se ha clasificado por la Agencia Internacional de Investigación de Cáncer (IARC) como carcinógeno para seres humanos.

En cuanto a las consideraciones sobre la eliminación se pueden utilizar los servicios de recolección de aceite disponible para reciclar o eliminar el aceite usado. Se deben de colocar los materiales contaminados en recipientes y eliminar en una forma que no contamine el ambiente.

4.6 Costo de implementación de mantenimiento preventivo

Para poder conservar las propiedades del aceite térmico es importante conservarlo libre de cualquier fuente de contaminación con otros fluidos o partículas de materiales. La forma común de contaminación del sistema de aceite térmico es debida a los trabajos de soldadura que se efectúan en la planta en general no únicamente dentro de las instalaciones de la planta generadora sino la mayor parte de veces en otra ubicación cercana, por ejemplo en la planta textilera. Se debe de eliminar la escoria de soldadura de los trabajos ejecutados debido a que estos residuos son arrastrados por el flujo del aceite en dirección hacia las calderas lo que provoca la obstrucción de los filtros ubicados en la succión de las bombas, por lo tanto no se tiene el flujo ni la presión adecuada para la alimentación de la caldera lo que repercute en la

imposibilidad de conectar con el sistema la caldera y provoca una disminución en la temperatura en general del sistema de aceite térmico.

El hecho de que el aceite sea contaminado, las consecuencias no son únicamente la disminución de la temperatura en general del sistema, sino que estos sólidos provocan que se incremente la viscosidad del aceite térmico y la variación de la acidez del aceite.

Un medio de control de las propiedades es el análisis de estas propiedades del aceite térmico en intervalos de tiempo programados, por ejemplo una vez al año es un buen indicador de la variación de éstas propiedades. La realización de análisis de viscosidad, densidad, acides y flash point se pueden efectuar en laboratorio nacionales y su costo es aproximadamente de USD 400 por muestra. Con los resultados obtenidos se pueden ir almacenando en una base de datos y obtener gráficos de tendencias para determinar a que intervalos de tiempo es recomendable una reposición de aceite para recuperar propiedades del fluido, ó cuando se debe de reemplazar el mismo.

A continuación se presenta un estimado del costo de implementación del manual de mantenimiento preventivo del sistema de aceite térmico, el cálculo esta basado para un período de un año.

Tabla IX. Costo anual de implementación de mantenimiento preventivo

Núm.	Descripción	Costo Anual
1	Filtros de aceite térmico	Q 18,384.00
2	Detergente	Q 1,000.00
3	Desengrasantes	Q 2,000.00
4	Limpia contactos	Q 2,500.00
5	Ordenes y reportes de trabajo	Q 1,800.00
6	Fichas de control	Q 700.00
7	Análisis del aceite térmico	Q 3,064.00
8	Otros	Q 500.00
	Costo anual total	Q 29,948.00
	Tipo de cambio	\$ 1 = Q 7.68

5. PROPUESTA DE MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

La propuesta de este manual de seguridad e higiene en el trabajo se basa en la necesidad que se tiene de proteger la integridad de cada una de las personas que laboran en esta empresa, así como de disminuir acciones de riesgo llevadas a cabo por los mismos trabajadores.

Es evidente la necesidad de proteger a los trabajadores debido a que el mismo ambiente laboral es propicio para que puedan ocurrir accidentes laborales fácilmente. Un programa de seguridad industrial es el conjunto de actividades de planeación, ejecución y control que permiten mantener a los trabajadores y a la empresa con la menor exposición a los peligros del medio laboral.

5.1 Administración y Dirección

La administración y dirección del manual de seguridad e higiene en el trabajo debe de ser realizada por un ingeniero industrial con estudios avanzados en seguridad e higiene industrial. Esta persona será la encargada de la supervisión en toda la planta de que a todo trabajador se le brinde el equipo necesario para garantizar la protección física de los mismos. También es el encargado de supervisar el uso adecuado a los equipos de seguridad. Deberá de programar y revisar los estados actuales del sistema contra incendios ubicados en toda la planta. Como personal de apoyo puede capacitar a algunos de los mecánicos de diferentes turnos para que sean también supervisores de seguridad.

5.2 Capacitación al personal operativo

La capacitación debe de ser una orientación sobre las reglas de seguridad que se brindará a los trabajadores sean nuevos o no.

Para una buena orientación al personal operativo de la planta se deberán ir desarrollando los siguientes temas en grupos de diez participantes los días sábados por la mañana de 8:00 am a 11:00 a.m. en las siguientes fechas propuestas.

Tabla X. Calendarización de capacitaciones para personal operativo sobre temas de seguridad e higiene en el trabajo

	TEMA	FECHA	HORARIO
a.	Áreas de mayor riesgo	19/enero/2008	8:00 a 11:00 a.m.
b.	Equipo de protección personal	16/febrero/2008	8:00 a 11:00 a.m.
c.	Reglas de seguridad	15/marzo/2008	8:00 a 11:00 a.m.
d.	Manejo de materiales e identificación de materiales	19/abril/2008	8:00 a 11:00 a.m.
e.	Utilización de equipos contra incendios	17/mayo/2008	8:00 a 11:00 a.m.
f.	Mantenimiento del lugar de trabajo (limpieza)	21/junio/2008	8:00 a 11:00 a.m.

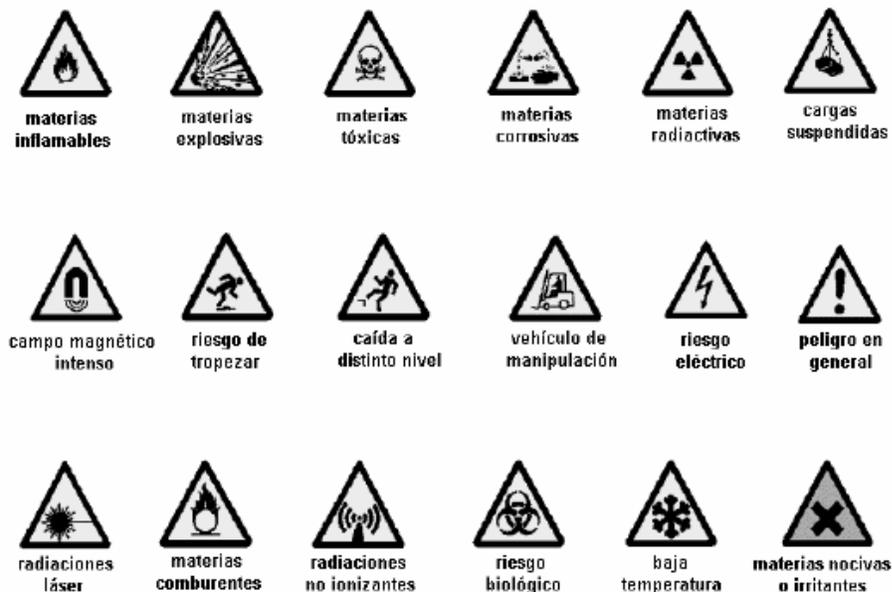
También se debe de enseñar a cada uno de los trabajadores la interpretación de la señalización y rótulos de advertencia, para que en cualquier momento o lugar que los puedan encontrar sepan que se refiere el mensaje que se transmite, a continuación aparecen los más comunes:

Tabla XI. Combinación de colores

SÍMBOLO	FONDO	INDICACIÓN	CARACTERÍSTICA
Rojo	Blanco	Peligro	Cuadrado
Blanco	Verde	Seguridad	Cuadrado
Blanco	Azul	Obligación	Cuadrado
Negro	Amarillo	Preventivas	Triangulo
Negro	Blanco	Preventivas	Redondo

Las señales de advertencia se encuentran ubicadas en su mayoría en las áreas donde el ingreso es restringido por ejemplo en algunas áreas de la bodega, sub-estación eléctrica, áreas de calderas, tanques de almacenamiento de aceite térmico y tanques de expansión.

Figura 26. Señales de advertencia, símbolo negro sobre fondo amarillo indica señales preventivas, forma triangular.



Fuente: Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

Las señales de prohibición, se encuentran ubicadas en las áreas de mayor riesgo por imprudencia de personal, se pueden mencionar éstas áreas, tanques de almacenamiento de diesel y bunker, las áreas de almacenamiento de químicos en bodega, taller de reparaciones eléctricas, mecánicas y soldadura, área de calderas. En la siguiente figura se muestran las prohibiciones más comunes:

Figura 27. Señales de prohibición, figuras negras, franja roja sobre fondo blanco, indica prevención y prohibición.



Fuente: Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
Pág. 5

A continuación se presentan las señales obligatorias, este tipo de señales están destinadas a la preservación de la salud y la vida de los trabajadores, con frecuencia siempre se presenta resistencia a la utilización por parte del personal, pero el uso correcto garantizará la conservación del bienestar físico de los empleados, se deberán ubicar estas señales a la entrada de los cuartos de máquinas, talleres de reparaciones mecánicas, eléctricas y soldadura, áreas de chimeneas y tanques de expansión de aceite térmico, áreas de radiadores.

Figura 28. Señales de obligación, símbolo blanco sobre fondo azul, indica señales de obligación.



Fuente: Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
Pág. 5

Las siguientes señales se deben de colocar en las cercanías de donde se encuentren ubicados los equipos contra incendios de la planta de generación de energía, para que sean una guía al momento de necesitarlos.

Figura 29. Señales de equipo contra incendios, símbolo blanco sobre fondo rojo.



Fuente: Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
Pág. 5

5.3 Normas generales

La propuesta del manual de seguridad e higiene en el trabajo tiene como fin el asesorar y estimular a la misma empresa para que desarrolle y mantenga programas que brinden procesos y métodos de trabajo adecuados para mantener una protección efectiva de la seguridad y salud de los trabajadores.

Cabe mencionar que un reglamento de seguridad es el conjunto de reglas importantes que sirven como guía para un desempeño eficiente y la disminución de condiciones y actos inseguros.

A continuación se dan a conocer algunas de reglas que se deben de tomar en cuenta dentro de la empresa:

- 1) Todo trabajador nuevo, transferido o promovido debe ser instruido en las presentes reglas y en las que son específicas al puesto de trabajo a desempeñar.
- 2) Cualquier tipo de lesión debe ser atendido inmediatamente por una persona capacitada y así mismo reportarla al encargado inmediato.
- 3) Están prohibidos los juegos dentro de la planta.
- 4) Reporte las condiciones inseguras al encargado de la planta o jefe inmediato.
- 5) No usar cabello largo, anillos, ropa suelta, cadenas o cualquier prenda que facilite que una máquina en movimiento atrape o arrastre.
- 6) Se prohíbe fumar dentro de cada una de las áreas.
- 7) Toda persona debe de tener su área de trabajo limpia, ordenada y libre de riesgos.
- 8) Toda persona es responsable del buen estado de la herramienta y de mantenerla en su lugar cuando no está en uso.

- 9) Es prohibido operar cualquier equipo sin la debida autorización.
- 10) Los equipos no deben de ser operados sin los guardas de protección y/o sin los dispositivos de seguridad.
- 11) No usar herramientas defectuosas y no sustituir una herramienta por otra que no haya sido diseñada para el trabajo especificado.
- 12) La reparación de cualquier maquina o equipo debe ser efectuada con su debida autorización y su correspondiente señalización.
- 13) En el área de trabajo y pasillos es obligatorio el uso de uniformes y equipo de protección personal.

5.3.1 Cuidado de los equipos

Todo trabajador que haga uso de determinados equipos deberá conocer y entender bien su funcionamiento, características y limitaciones, así como las medidas de seguridad para su operación.

Todo equipo de trabajo tiene sus funciones específicas y limitaciones, en ninguna circunstancia deberá utilizarse un equipo para funciones o tareas para las que no haya sido diseñado.

También es terminantemente prohibido exceder las capacidades especificadas por los fabricantes de los equipos.

5.3.2 Orden y limpieza

Mantener el orden y limpieza en las áreas de trabajo es un objetivo de primordial importancia. No solamente el personal específico o destinado para mantener el orden y limpieza en su lugar de trabajo es responsable de ello, sino

que todos son responsables de mantener el orden y la limpieza en su lugar de trabajo.

Si se tiene un área de trabajo limpia y ordenada se estará reduciendo con ello varios riesgos de accidentes, y daños a otras personas y/o equipos.

5.3.3 Inflamabilidad del aceite térmico

El aceite térmico debido a la alta temperatura que debe de poseer para poder desempeñar su función de una forma eficiente genera vapor, debido a ello al momento de drenar, limpiar un filtro o realizar cualquier reparación en la tubería de aceite térmico, es emanado al ambiente estos vapores que con cualquier contacto que tengan con una flama o chispa son muy inflamables. El área de las calderas son los puntos que se debe de tener suma atención en cuanto a fugas y posibles riesgos con las tuberías, la presencia de las bombas de alimentación de las calderas hacen de ellas un punto de mayor riesgo y posible punto de fugas; las bombas de alimentación si no fueron bien alineadas o no se revisan periódicamente los sellos mecánicos puede iniciarse un pequeño goteo que puede ir aumentando con el paso del tiempo si no se le brinda la atención prestada.

5.3.4 Almacenamiento de materiales

El adecuado almacenamiento o manejo de materiales es de vital importancia, en las áreas de trabajo para que el personal de la empresa labore en condiciones seguras evitando al máximo riesgos y daños en los materiales a utilizar.

El manejo de materiales implica tres operaciones básicas: levantar, transportar y bajar objetos. Las recomendaciones que se deben tomar en cuenta durante el almacenamiento o manejo de materiales dentro de las áreas de trabajo son las siguientes:

- a. Levantar objetos en forma correcta haciendo la fuerza con las piernas y no con la espalda.
- b. El transporte de objetos pesados debe hacerse por varias personas.
- c. El transporte de objetos alargados como escaleras y tubos debe hacerse con la parte delantera levantada.
- d. Transportar la carga distribuida en ambos brazos, para mantener el balance del cuerpo.
- e. Siempre que sea posible los objetos demasiado pesados deben transportarse mecánicamente.
- f. Preparar las operaciones y los métodos en forma tal que se eliminen las situaciones peligrosas.
- g. Utilizar el equipo de protección personal, como fajas y gabachas de cuero.

No se debe de utilizar presión para vaciar los toneles debido a que éste puede romperse con fuerza explosiva, los recipientes vacíos retienen un residuo del producto (sólido, líquido y/o vapor) que puede ser peligroso. No se deben presurizar, cortar, soldar, perforar, moleo o exponer tales recipientes a calor, llamas, chispas, electricidad estática u otras fuentes de ignición. Pueden explotar y ocasionar lesiones graves o muerte. Los toneles vacíos deberán ser drenados completamente, taponados apropiadamente y devueltos rápidamente a un reacondicionador de toneles o eliminados correctamente. No contaminar el suelo ni liberar este material en los sistemas de drenajes ni en cuerpos de agua.

5.4 Equipo de protección personal

El equipo de protección personal muchas veces resulta incomodo a los trabajadores, pero sus ventajas que supone el uso de prendas de protección personal, supera las molestias y los inconvenientes que tengan.

- El uso de protectores auditivos, ayuda a la preservación del sentido del oído disminuyendo la cantidad de desibeles que se perciben. Se deben de utilizar siempre que se ingrese al cuarto de máquinas cuando los motores están arrancados y cuando se realizan trabajos en el área de radiadores. (Los protectores auditivos son suministrados por la empresa)
- Cascos, protegen al individuo de daños o golpes por objetos o cuerpos livianos que pudieran colisionar con la cabeza. Se deben de utilizar dentro del cuarto de máquinas y también cuando caminen por el área de radiadores, chimeneas y taller de reparaciones. (Los cascos plásticos protectores ajustables son suministrados por la empresa)
- Zapatos con suela antideslizante y punta de acero (brindados por la empresa), previenen resbalones en superficies deslizantes y protegen los pies con la punta de acero de cualquier daño que se pudiera efectuar por un objeto pesado al caer. Se deben de utilizar en todas las jornadas de trabajo.
- Guantes de cuero, ayuda al aislamiento térmico de las manos con objetos que se encuentren a una temperatura mayor. Se pueden utilizar guantes cortos y largos; guantes de cuero cortos, se utilizan para el manejo de piezas pequeñas a alta temperatura, guantes de cuero largos se utilizan para el manejo de piezas de mayor tamaño a alta temperatura y cuando se realizan cortes o se aplican soldaduras ya sean eléctrica ó óxido – acetilénica (autógena), dependiendo del tipo de trabajo que se vaya a realizar. Para su utilización se encuentran en bodega, la cual es la encargada del reemplazo de guates deteriorados.

- Gabachas de cuero, protegen al individuo de partículas que pudieran dañar el cuerpo por la parte frontal. Existe en talla única debido a que son ajustables. Se deberán de utilizar para la realización de trabajos de cortes de metal y la aplicación de soldaduras eléctricas y autógenas, y para evitar salpicaduras de aceite térmico.
- Lentes transparentes plásticos protectores, previenen y protegen al sentido de la vista de cuerpos extraños que pudieran afectar o dañar este sentido. Se deben de utilizar siempre que se realicen trabajos que pongan en riesgo los ojos, evitando el ingreso de cuerpos extraños a los mismos. Se encuentran en bodega.
- Mascarilla contra partículas en suspensión, ayuda a la preservación de los pulmones, permitiendo inhalar aire en un ambiente donde se encuentren pequeñas partículas en suspensión así como vapores que dificulten la respiración. Se encuentran en bodega y son ellos los encargados de la reposición de mascarillas dañadas.

Lo que debe hacerse es concientizar al trabajador acerca del uso del equipo, para que no lo tome como una imposición.

Debido al tipo de exposición que tendrán por parte de los mecánicos al momento de llevar a cabo una tarea de mantenimiento, así será el tipo de equipo de protección personal que deberá de utilizar.

Como resultado del deterioro de localidad de los combustibles existe el peligro de que los aceites utilizados presenten un elevado contenido de sustancias nocivas para la salud, tales como:

- Hidrocarburos aromáticos policíclicos
- Compuestos de plomo
- Residuos químicos

Los aceites lubricantes usados (aceites residuales) presentan igualmente un elevado contenido de hidrocarburos aromáticos policíclicos. Los riesgos para la salud dependen:

- De la concentración de los componentes peligrosos
- Del aire circundante (inhalación de vapores de aceite / aceite pulverizado)
- De la duración e intensidad a que se ven expuestas la piel o las mucosas

Dentro de las posibles repercusiones a corto plazo se pueden mencionar los dolores de cabeza, vértigo, malestar, escozor o ardor de la piel. Para las repercusiones a largo plazo se pueden mencionar alergias, especialmente cutáneas, inflamación purulenta de los poros de la piel (acné producido por el aceite), daños del sistema nervioso central después de una inhalación prolongada, cáncer cutáneo después de una exposición directa prolongada, cáncer de pulmón o del sistema digestivo después de una inhalación prolongada.

Como recomendaciones de comportamiento se pueden mencionar:

- Evitar en lo posible el contacto de la piel con aceites térmicos, fuel oil y aceites lubricantes.
- Usar guantes de cuero protectores adecuados.
- Aplicar previamente una pomada para proteger la piel, particularmente cuando se trabaje sin guantes de cuero protectores.
- Evitar en lo posible inhalar vapores de aceite
- Si es posible, prever de ventilaciones adicionales.

- Las partes sucias de la piel deberán lavarse perfectamente y con frecuencia, posteriormente, engrasar la piel con una pomada cosmética o protectora.
- Velar regularmente por una higiene corporal completa.
- Cambiar con frecuencia la ropa de trabajo engrasada.
- Proceder con especial cuidado en los trabajos de limpieza, reparación y mantenimiento realizados en los filtros y centrifugas para aceites.

Como referencia de controles técnicos que se deben de tener en cuanto a la protección y medidas especiales que se deben de tener al manipular o estar expuestos al contacto del aceite térmico son: Si las operaciones del usuario generan vaho de aceite y las concentraciones aéreas son altas se debe de seleccionar un respirador o mascarilla con filtros que provea protección adecuada contra concentraciones de éste material.

Se pueden utilizar los siguientes elementos para respiradores purificadores de aire: partícula.

5.4.1 Equipo de protección auditiva

La protección para el sentido auditivo es de suma importancia dentro de esta empresa, debido a que la cantidad tan alta de decibeles que se genera al momento de tener la combustión de varios motores reciprocantes al 100 % de carga, puede provocar la pérdida parcial o total de este valioso sentido. Esta empresa brinda a cada uno de los trabajadores de la misma protectores auditivos que han sido moldeados con las cavidades auditivas de cada uno, para poder tener un aislamiento más efectivo de los decibeles generados. Además se cuenta con señalizaciones donde se hace ver tanto al personal que

labora dentro de esta empresa como de los visitantes los lugares en donde es obligatorio el uso de protección auditiva.

5.4.2 Equipo de protección contra fluidos a altas temperaturas

El hecho de trabajar con un tipo de aceite utilizado para transferencia térmica hace evidente la manipulación tanto de este fluido como del sistema por donde es transportado, los riesgos por quemadura son altos tomando en cuenta que este aceite puede llegar a alcanzar temperaturas de baño de aceite de hasta 316°C (600°F) y temperaturas de piel de hasta 343°C (650°F)

Se deben de utilizar guantes de cuero largos, mascarilla contra partículas en suspensión para evitar la inhalación de vapores de aceite, y lentes transparentes plásticos protectores para evitar cualquier salpicadura en los ojos.

5.4.3 Equipo para contingencia o accidentes

Como medida de seguridad se cuenta con un botiquín con los medicamentos necesarios para heridas o golpes leves, también se cuenta con un clínica médica y dental para cualquier emergencia, y si el golpe o las heridas fueran mayores será necesario comunicarse con los bomberos voluntarios de la compañía ubicada en Amatitlán que es la mas cercana, para que ellos sean los encargados de transportar a la persona que haya sido damnificada.

5.4.4 Normas de uso de equipo de protección personal

Con la ayuda de las siguientes normas se tendrá una protección física adecuada.

- Utilización de zapatos negros, altos (protección hasta el tobillo) con punta de acero, suela anti-deslizante (El tipo de zapato adecuado es brindado por la empresa sin ningún costo, se renueva cada par a cada trabajador cada año).
- Uso indispensable de lentes transparentes plásticos protectores transparentes.
- Al realizar tareas con objetos o fluidos a altas temperaturas utilizar guantes de cuero largos y gabachas de cuero ajustables (Se encuentran en existencia en bodega).
- Utilizar protectores auditivos (suministrados por la empresa a cada trabajador).
- Utilizar mascarilla para protección de nariz y boca al estar en contacto con aceite térmico a alta temperatura ó cualquier partícula en suspensión.
- Uso de casco de plástico ajustable para protección de la cabeza contra objetos que pudieran causar daños al caer.

5.5 Costo de implementación de manual de seguridad e higiene

Para poder llegar a implementar este manual de seguridad e higiene en el trabajo se necesario realizar una inversión para poder garantizar la seguridad y bienestar físico de los empleados, en la siguiente tabla que se presenta a continuación se detallan algunos de los precios de diferentes artículos que son de suma importancia para la seguridad de los empleados, los cálculos son estimados para un intervalo anual:

Tabla XII. Costo de implementación de manual de seguridad e higiene en el trabajo

100 unidades	Mascarillas	Q 250.00
25 unidades	Cascos	Q 750.00
25 pares	Lentes plásticos protectores	Q 375.00
25 pares	Guantes de cuero cortos	Q 1,000.00
100 pares	Tapones para oídos	Q 350.00
25 pares	Zapatos con punta de acero	Q 5,400.00
50 unidades	Pantalón de lona	Q 7,000.00
50 unidades	Camisa tipo polo	Q 1,750.00
4 unidades	Careta para soldar	Q 300.00
4 unidades	Gabacha de cuero	Q 1,000.00
4 pares	Guantes aislantes de electricidad	Q 1,000.00
5 unidades	Arnés	Q 1,250.00
10 unidades	Chalecos	Q 400.00
4 pares	Polainas	Q 250.00
	Costo anual por trabajador	Q 21,075.00
	Tipo de cambio	\$ 1 = Q 7.68

Se deberá contar con al menos uno de los artículos mencionados por cada trabajador.

CONCLUSIONES

1. Con la implementación de los presentes manuales de mantenimiento preventivo del sistema de aceite térmico y de seguridad e higiene industrial, se alcanza una mejora en la estabilidad de la temperatura en todo el sistema de aceite térmico, debido al aislamiento de la tubería por medio de la insulación, se evita el derrame de aceite en zonas poco accesibles bajo la supervisión de una persona en todo el sistema. Se evita un conato de incendio debido a fugas en válvulas y equipos reguladores de temperatura y se protege la integridad física de los trabajadores. Teniendo como garantía la prolongación de la vida útil de los equipos involucrados en la circulación del aceite térmico.
2. Los equipos instalados en el sistema de aceite térmico utilizado para transferencia térmica como lo son válvulas de paso de dos vías y tres vías, válvulas reguladoras de flujo, válvulas de alivio, bombas de circulación primarias y secundarias, bombas booster, filtros, calderas, tanque de almacenamiento y de expansión no contaba con un programa de mantenimiento preventivo adecuado, el descuido del estado de éstos equipos da como resultado fallas imprevistas en el funcionamiento, lo que provocaba un desequilibrio en la regulación general de la temperatura del sistema. Este manual de mantenimiento preventivo fue diseñado con base a las recomendaciones de los fabricantes de los equipos y también ayudados por la experiencia y observación del funcionamiento de los equipos. Al realizar los trabajos de mantenimiento a los equipos en el intervalo de tiempo prudente y de acuerdo con la utilización y exigencias se logra prolongar el tiempo de

vida útil de los mismos, se puede lograr una constante regulación óptima de la temperatura general del sistema, logrando con ello una excelente transferencia térmica, garantizando su funcionalidad de acuerdo a lo esperado. Se incluye dentro de este documento la calendarización de mantenimientos para el año 2008, como una propuesta.

3. El registro y control de las órdenes de trabajo, reportes y controles de mantenimiento, no se llevaban de una forma ordenada y adecuada, los mecánicos eran los encargados de la realización de los reportes únicamente, luego los operadores los archivaban, la mayoría de los reportes sin haber sido revisados. Esto provocaba muchas veces un descontrol al momento de querer revisar el historial de mantenimiento de cualquier equipo, porque algunas veces no se realizaba el reporte. En este manual se propone un mecanismo más efectivo en relación al control de todos estos documentos y también se sugiere almacenar cada uno de los reportes de trabajo en una base de datos, esto permitirá un acceso claro y directo para obtener la información del historial de mantenimiento de cualquier equipo; esto permitirá tener un gran control sobre todas las tareas de mantenimiento que se realizan en cada uno de los equipos del sistema de circulación de aceite térmico y también se pueden agregar a esta propuesta tareas en otros sistemas. También se ha incluido la estandarización de tareas de mantenimientos, con el fin de eliminar en gran parte los problemas de obtener una mala ejecución de las tareas de mantenimiento, debido a que es la forma más efectiva en el caso de instruir a nuevos empleados, debido a que se trata de llevar paso a paso a la persona encargada de la realización del mantenimiento.

4. Muchos de los empleados que laboran actualmente dentro de la empresa, no han recibido ningún tipo de capacitación sobre equipos de protección personal, esta falta de capacitación tiene como consecuencias la negativa a la utilización de algunos equipos de protección personal, al no utilizar este equipo exponen su cuerpo a daños que muchas veces pueden ser irreparables. La propuesta del manual de seguridad e higiene en el trabajo tiene como fin brindarle a cada una de las personas que laboran dentro de la empresa, el equipo necesario para que pueda laborar y llevar a cabo la realización de mantenimientos de forma segura sin poner en riesgo su vida y laborando en un ambiente limpio y ordenado hace que se sienta cómodo. Las capacitaciones sobre la señalización y la identificación e interpretación de colores, los adiestramientos sobre el uso de equipos contra incendios hace de la planta segura y confiable.

RECOMENDACIONES

1. El gerente de planta debe implementar la presente propuesta del diseño del manual de mantenimiento preventivo del sistema de aceite térmico.
2. El gerente de mantenimiento debe brindar la orientación adecuada al personal encargado de la realización del mantenimiento para que no existan obstáculos al poner en marcha este manual.
3. Al gerente de planta se le sugiere que contrate un ingeniero encargado exclusivamente de la seguridad y la higiene en el trabajo, y que éste sea el encargado de velar para que se cumplan los reglamentos. Y también de llevar un historial de accidentes y también de incidentes.
4. Los jefes de mecánicos de cada planta deben instruir a los nuevos mecánicos que se contratan para que puedan conocer rápidamente el desarrollo de las tareas de mantenimiento.
5. A los mecánicos encargados de desarrollar los mantenimientos, deben guiarse con los manuales en la realización de los mismos, y si en el desarrollo de la operación surgieran dudas, no dudar en consultar en primera instancia al jefe de mecánicos o la persona que conozca la respuesta correcta a la interrogante planteada.
6. El encargado del mantenimiento debe llevar los controles adecuados sobre la realización de trabajos de mantenimientos, para que de ésta forma se puedan obtener datos verídicos, para obtener gráficos que ayuden a predecir fallos.

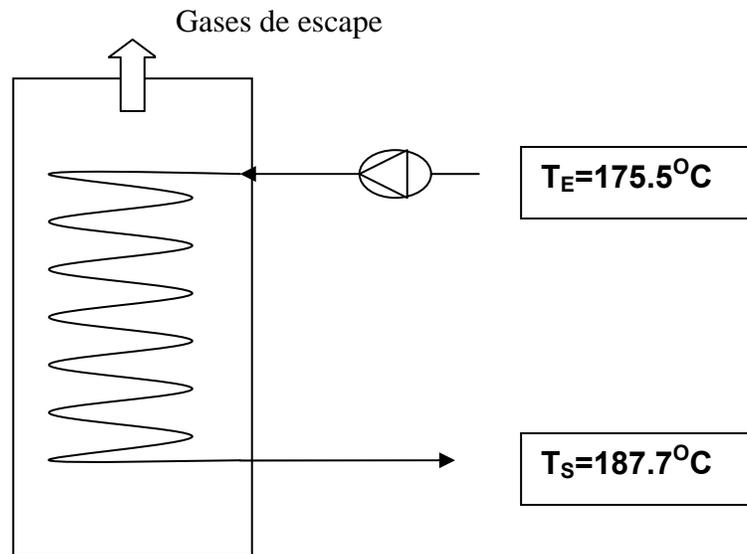
BIBLIOGRAFÍA

1. Dounce Villanueva Enrique, **Productividad en el Mantenimiento Industrial**, editorial CECSA 1995.
2. Dr. Cesar Ramírez, **Manual de Seguridad Industrial**, editorial NORIEGA, 1999.
3. Duffua Raouf Dixon, **Sistema de mantenimiento, planeación y control**, México. Primera reimpresión, Limusa 2002.
4. Flores Sergio, **Implementación de un programa de seguridad e higiene industrial**, tesis USAC, 2000.
5. **GUIA PARA LOS CURSOS DE MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO Y VIBRACIONES**, Guatemala 2003.
6. <http://www.ari-armaturen.com>
7. <http://www.chevron.com>
8. MAK / CATERPILLAR, **MANUALES DE FUNCIONAMIENTO DE MOTORES. A, B y C.**
9. Simon & Schuster, **Manual moderno de tecnología Diesel**, tomos I y II. México, traducción de la primera edición, Editorial Hispanoamericana S.A. 1997.
10. Robert C. Rosales, **Manual de mantenimiento industrial**. México. CECSA, 1,986. Pág. 4-9.

ANEXO 1

Cálculo del diferencial de temperaturas de aceite térmico en la caldera

Figura 30. Temperaturas de entrada y salida de aceite térmico en caldera.



El diferencial de temperaturas ΔT del aceite térmico en la caldera se determina mediante la resta de temperaturas entre la de entrada del aceite térmico T_E y la salida del mismo denotado como T_S , utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta T = T_S - T_E$$

Donde,

$$T_E = 175.5^{\circ}\text{C} \text{ y } T_S = 187.7^{\circ}\text{C}$$

Sustituyendo en la ecuación

$$\Delta T = 187.7^{\circ}\text{C} - 175.5^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 12.2^{\circ}\text{C}$$

Para poder interpretar éste resultado se necesita conocer los límites tanto inferior como superior de trabajo de la caldera de aceite térmico, estos límites han sido establecidos según la experiencia en el trabajo con calderas de aceite térmico.

En cuanto mayor sea el resultado obtenido del diferencial de temperaturas, indica que sí se está llevando a cabo una buena transferencia térmica entre los gases de escape de los motores que circulan dentro de la caldera y el aceite térmico que es transportado dentro de los tubos concéntricos de la caldera, considerando que el aceite térmico pierde temperatura al momento de transferirle el calor a otros fluidos por ejemplo el aceite combustible y el aceite lubricante.

Si el resultado es $> 8^{\circ}\text{C}$, Caldera limpia

Si el resultado es $\leq 8^{\circ}\text{C}$, Caldera necesita ser lavada

ANEXO 2

Clasificación de los tipos de incendio

Un incendio se clasifica de acuerdo al tipo de materia que arde, en el cuadro que a continuación se muestra se explica de una manera clara de cual se trata:

Tabla XIII. Clasificación de los tipos de incendio

TIPO DE INCENDIO	MATERIAL QUE ARDE
TIPO "A"	Son materiales sólidos por ejemplo madera, papel, basura, tela, carbón, etc. en sí todo aquel material que al ser quemado produzca brasas.
TIPO "B"	Son todos aquellos productos derivados del petróleo como gasolina, diesel, bunker, aceites, barnices, grasas, keroseno, etc.
TIPO "C"	Son relacionados con equipo eléctrico o electrónico, motores, cables transportadores de energía eléctrica, tarjetas con transistores y capacitares, etc.