



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

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SUS COSTOS PARA
CALDERAS PIROTUBULARES EN INDUSTRIA DE ALGODÓN,
PARA USO CLÍNICO**

Juan Pablo Ramírez López

Asesorado por el Ing. Carlos Alberto Garrido López

Guatemala, octubre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SUS COSTOS
PARA CALDERAS PIROTUBULARES EN INDUSTRIA DE
ALGODÓN, PARA USO CLÍNICO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

JUAN PABLO RAMÍREZ LÓPEZ

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ALBERTO GARRIDO LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2008

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 Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultan Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Aldo Estuardo García Morales
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:

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SUS COSTOS PARA CALDERAS PIROTUBULARES EN INDUSTRIA DE ALGODÓN, PARA USO CLÍNICO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 24 de enero de 2008.

f. _____

Juan Pablo Ramírez López

IV

Guatemala, 17 de septiembre de 2,008.

Ingeniero

José Francisco Gómez Rivera

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad De San Carlos De Guatemala

Ingeniero Gómez.

Respetuosamente me dirijo a usted con el propósito de informarle que, luego de haber revisado el trabajo de graduación, titulado

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SUS COSTOS PARA
CALDERAS PIROTUBULARES EN INDUSTRIA DE ALGODÓN PARA USO
CLÍNICO**

el cual fue presentado por el estudiante JUAN PABLO RAMÍREZ LÓPEZ y después de haber realizado las correcciones pertinentes, considero que cumple con los objetivos que le dieron origen.

Por lo tanto, hago de su conocimiento que, en mi opinión, dicho trabajo llena los requisitos necesarios para ser sometido a discusión en su examen General Público y recomiendo su aprobación para el efecto.

Atentamente,



Carlos Alberto Garrido López
ING. MECÁNICO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 6.238

Ing. Carlos Alberto Garrido

Ingeniero Mecánico Industrial

Colegiado No. 6238

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SUS COSTOS PARA CALDERAS PIROTUBULARES EN INDUSTRIA DE ALGODÓN PARA USO CLÍNICO**, presentado por el estudiante universitario **Juan Pablo Ramírez López**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

MIRIAM PATRICIA RUBIO CONTRERAS
INGENIERA INDUSTRIAL
COL. No. 074

Guatemala, septiembre de 2008.

/mgp

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centros: de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SUS COSTOS PARA CALDERAS PIROTUBULARES EN INDUSTRIA DE ALGODÓN, PARA USO CLÍNICO**, presentado por el estudiante universitario Juan Pablo Ramírez López, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. José Francisco Gómez-Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2008.



/mgp

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centros: de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.342.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SUS COSTOS PARA CALDERAS PIROTUBULARES EN INDUSTRIA DE ALGODÓN, PARA USO CLÍNICO**, presentado por el estudiante universitario **Juan Pablo Ramírez López**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Orlando Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, octubre de 2008.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

MI MADRE:

Alma Rosalinda

Por sus esfuerzos y consejos, por darme la oportunidad de prepararme y nunca perder la seguridad en que lo alcanzaría.

MI HERMANA:

Flor de María

MI SOBRINO:

Ángel Fabián

MIS ABUELOS:

Enma y Luis

Por haberme predicado con el ejemplo la humildad, el respeto, la honradez y la responsabilidad. Sus consejos no fueron en vano. Descansen en paz papi y mami.

MI FAMILIA

EN GENERAL:

Con mucho aprecio.

MIS AMIGOS:

Que sin hacer mención, saben de mi cariño y respeto. Gracias por compartir tantas experiencias inolvidables.

AGRADECIMIENTOS A:

El Ingeniero Carlos Alberto Garrido

Por su valiosa ayuda y orientación a lo largo de toda mi carrera universitaria, además por su colaboración en la elaboración del presente trabajo de graduación.

La Ingeniera Miriam Rubio

Por su tiempo y dedicación en la realización de este trabajo.

Usted

Respetuosamente.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII

1. ANTECEDENTES

1.1. Antecedentes históricos de la empresa.....	01
1.1.1. Misión.....	01
1.1.2. Visión.....	01
1.1.3. Objetivos.....	01
1.2. Descripción general y principios de operación y calderas.....	02
1.3. Accesorios y equipo auxiliar asociado a las calderas.....	03
1.3.1. Los quemadores y el sistema de control.....	03

1.3.2. Armaduras para calderas.....	04
1.3.3. Equipo auxiliar.....	06
1.4. Aire para la combustión.....	09
1.5. Ignición automática.....	09
1.6. Aire de atomización.....	10
1.7. Flujo de combustible.....	10
1.8. Modulación del quemado.....	12
1.9. Red de distribución de vapor.....	12
1.10 Aditivos para combustibles.....	13

2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE LA MAQUINARIA Y SUMINISTRO DE VAPOR

2.1. Antecedentes de los accesorios y equipo auxiliar.....	15
2.1.1. Tiempo de vida.....	15
2.1.2. Funcionamiento actual.....	15
2.2. Condiciones actuales de las calderas.....	16
2.2.1. Consumo de combustible por hora.....	16
2.2.2. Tratamiento de agua.....	17
2.2.3. Cantidad de vapor generada por hora.....	21
2.2.4. Descripción de la capacidad instalada.....	23

2.3. Operación de caldera.....	23
2.3.1. Flujograma de las actividades necesarias para llevar a cabo la operación.....	23
2.4. Condiciones de la tubería de suministro de vapor.....	25
2.4.1. Condiciones actuales de la tubería.....	25
2.4.2. Material de la tubería.....	26
2.4.3. Aislamiento térmico.....	27
2.4.4. Medidas de la tubería.....	29

3. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1. Función y objetivo.....	31
3.2. Responsabilidades que genera el mantenimiento preventivo.....	33
3.2.1. Ingeniería de mantenimiento.....	33
3.2.2. Departamentos de operación.....	34
3.2.3. Departamentos de planeación y programación.....	35
3.2.4. Grupos para ejecución del trabajo.....	36
3.3. Prerrequisitos necesarios en la creación de un programa de mantenimiento preventivo.....	36
3.4. En dónde aplicar los programas de mantenimiento preventivo.....	37
3.5. Costos de mantenimiento.....	39

3.5.1. Análisis antes de la aplicación del plan.....	41
3.5.2. Costos directos.....	42
3.5.2.1. Herramientas y accesorios.....	42
3.5.2.2. Mano de obra directa.....	42
3.5.2.2.1. Horas extras.....	43
3.5.2.2.2. Viáticos.....	44
3.5.2.2.3. Comidas.....	44
3.5.2.3. Repuestos.....	45
3.5.2.4. Sueldos administrativos.....	45
3.5.2.5. Gastos de oficina.....	45
3.6. Creación e implementación de los programas de mantenimiento preventivo.....	46
4. PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
4.1. Determinación de un plan global.....	53
4.2. Decidir que partes deberán incluirse en el programa de mantenimiento preventivo.....	54
4.3. Desarrollo de un sistema de codificación de partes del equipo y archivos históricos para cada uno.....	55
4.4. Establecimiento de índices de equipo idéntico.....	56

4.5. Determinación del programa y el trabajo de mantenimiento preventivo que debe hacerse en cada parte del equipo.....	57
4.6. Programación del trabajo de mantenimiento preventivo.....	80
4.7. Supervisión de trabajo de mantenimiento preventivo.....	81
4.8. Acumulación de datos y preparación de reportes.....	82
4.9. Stock de repuestos y materiales.....	83

5. ASPECTOS A CONSIDERAR PARA EL MEJORAMIENTO

5.1. Guías para rutinas de mantenimiento.....	85
5.1.1. Semanales.....	86
5.1.2. Mensuales.....	86
5.1.3. Trimestrales.....	86
5.1.4. Semestrales.....	89
5.1.5. Anuales.....	90
5.2. Análisis de costos después de la aplicación del plan.....	96
5.2.1. Costos de mantenimiento.....	97
5.2.2. Costos directos.....	97
5.2.2.1. Herramientas y accesorios.....	97
5.2.2.2. Mano de obra directa.....	97
5.2.2.2.1. Horas extras.....	97

5.2.2.2.2.	Viáticos.....	98
5.2.2.2.3.	Comidas.....	99
5.2.2.3.	Repuestos.....	99
5.2.2.4.	Sueldos administrativos.....	99
5.2.2.5.	Gastos de oficina.....	99

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1.	Aspectos generales.....	101
6.1.1.	Medio ambiente.....	101
6.1.1.1.	Contaminación del aire.....	101
6.1.1.2.	Gestión Ambiental.....	101
6.1.1.3.	Legislación Ambiental.....	103
6.1.1.4.	Código Municipal.....	104
6.1.1.5.	Código de Salud.....	105
6.1.1.6.	Base legal CONAMA.....	105
6.2.	Análisis del impacto ambiental.....	106
6.2.1.	Análisis de la contaminación en el estado de operación.....	106
6.2.1.1.	Agua.....	107
6.2.1.2.	Ruido.....	109
6.2.1.3.	Atmósfera.....	111

CONCLUSIONES.....	117
RECOMENDACIONES.....	119
BIBLIOGRAFÍA.....	123
ANEXOS.....	125

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Diferentes tipos de combustibles	14
2. Cámara de agua de una caldera pirotubular	22
3. Materiales utilizados para el aislamiento térmico	28
4. Detalle de electrodos	58
5. Nivel de agua de caldera	60
6. Alineación de bomba y motor en el sistema de agua	65
7. Accesorios de tubería de alimentación de agua, juntas, anclajes y coladeras	67
8. Alineación bomba-motor en el sistema de combustible	72
9. Válvulas solenoides	73
10. Termómetro	77
11. Manómetro	78
12. Válvulas	79
13. Informe de rutina	85
14. Orden de servicio	93
15. Informe diario de mantenimiento	95

TABLAS

I.	Representación de los símbolos utilizados en un flujograma	24
II.	Costo anual de mano de obra directa	43
III.	Costo anual de mano de obra directa, horas extras	44
IV.	Gastos de oficina para el área de calderas anual	45
V.	Aceite frente a grasa	63
VI.	Comparación de costos antes y después de la mano de obra directa horas extra anual	98
VII.	Análisis de costos antes y después de aplicado el plan para repuestos anual	99
VIII.	Gastos de oficina para el área de calderas antes y después de aplicado el plan anual	100
IX.	Parámetros básicos permisibles para la descarga de aguas residuales de origen doméstico	108
X.	Límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de las aguas servidas municipales	109
XI.	Porcentajes equivalentes de opacidad	113

GLOSARIO

Agua blanda	Es el agua que ha sido tratada y no posee dureza.
Agua cruda	Es el agua que no ha recibido tratamiento químico alguno y que posee algunas impurezas.
Aislante	Material utilizado para separar la superficie del material que lo posee con el ambiente exterior a él, evitando la pérdida de calor.
Alcalino	Que posee hidróxidos solubles en el agua.
Asesto	Mineral semejante al amianto, de fibras duras y rígidas, utilizado como aislador de calor.
Base	Sustancia capaz de aceptar un ión hidrógeno (un protón) y producir iones hidróxido en soluciones.
BTU	Unidad térmica británica utilizada para expresar la capacidad de una caldera.
Bunker	Combustible derivado del petróleo utilizado en algunas calderas.
Caldera	Equipo diseñado y construido para la generación de vapor a presión, puede producir fuerzas en procesos industriales, calefacción, esterilización, etc.
Combustión	Reacción química, caracterizada por ser instantánea y principalmente por su desprendimiento de calor y luz. Son necesarios tres elementos para que se de, el aire, combustible y calor.

Corrosión Es un desgaste anormal producido en las partes metálicas del interior de la caldera que tienen contacto directo con el agua, es causada por acción electrolítica, alcalinidad del agua y oxígeno.

Decibel Razón de la intensidad de un sonido con respecto a otro tomado como nivel de referencia en la siguiente forma:

$$\text{Decibel: } 10 \log_{10} \times \frac{I}{I_0}$$

I = Intensidad del sonido watts/mt²

I_0 = Intensidad de referencia 10-12 watts/mt²

Grafito Material de textura compacta, color negro agrisado, lustre metálico y compuesto por carbono cristalizado.

Incrustación Capa de carbono cálcico en las paredes y tubos de las calderas, cuyo efecto consiste en la disminución de la transferencia de calor a través de las superficies de caldeo.

Opacidad Grado en que la luz transmitida se obscurece.

Tortugas Se les llama así a las tapaderas del tanque de condensados por la forma que tienen. Su función es la de sellar herméticamente la parte posterior del tanque de condensados.

RESUMEN

Actualmente, la empresa tiene dos calderas que constituyen la fuente de suministro de energía, para que las demás máquinas que constituyen el proceso funcionen. Por tal motivo, es de suma importancia presentar un programa de mantenimiento preventivo, ya que actualmente la empresa carece de un programa como tal.

En el primer capítulo se da a conocer la necesidad que existe en la alimentación de vapor, también se toma en consideración todas las generalidades de la maquinaria, como los dispositivos auxiliares, se describen todos los equipos de los que está compuesta la caldera que son necesarios para el funcionamiento.

En el segundo capítulo se demuestra la situación actual del funcionamiento de las calderas, así como se describe las condiciones en que se encuentra, y también se da la descripción del consumo de vapor.

En el capítulo tercero, se busca exponer la importancia y la necesidad de crear un plan de mantenimiento preventivo, que le permita optimizar su producción, mediante la máxima disponibilidad de su maquinaria y equipo en condiciones satisfactorias a un costo mínimo.

El capítulo cuarto presenta el diseño del mantenimiento preventivo, basado en un proceso administrativo, y la creación de las rutinas recomendadas con base al manual del fabricante y a técnicas de mecánica industrial.

En el penúltimo capítulo se da a conocer cómo se le debe de dar el seguimiento a las rutinas declaradas en el capítulo anterior y se da a conocer una proyección de cómo se reducen los costos si se implementa el plan de mantenimiento preventivo.

Ya en el último capítulo se le da un giro totalmente distinto pero es un aspecto que en los últimos años ha tomado su auge, este capítulo presenta los aspectos generales relacionados con el medio ambiente, la legislación que se aplica y se evalúa los aspectos que se deben tomar en cuenta en el caso específico para el cuarto de calderas de la empresa.

OBJETIVOS

General

Proponer un plan de mantenimiento preventivo de las calderas, para el mejoramiento de la eficiencia en las redes de distribución de vapor.

Específicos:

1. Analizar la situación actual del plan de mantenimiento preventivo de la empresa.
2. Analizar las redes de distribución de vapor para el suministro del mismo.
3. Describir las ventajas y desventajas al aplicar mantenimiento preventivo.
4. Dar a conocer los problemas que pueden presentar los equipos auxiliares de las calderas.
5. Elaborar la programación de los operarios, que contenga los tiempos de las actividades de mantenimiento.
6. Maximizar la disponibilidad de la maquinaria y equipo para la producción.
7. Dar a conocer cuáles son las necesidades básicas para la implementación de un manual de mantenimiento preventivo para dichas calderas.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento preventivo tiene como objetivo principal conseguir la más alta tasa de productividad con el menor costo y riesgo. Por ello es que se deben establecer programas de trabajo, que en su desarrollo absorban el mínimo tiempo de producción de las máquinas e instalaciones o, en su defecto, en la mínima proporción posible. Por tal motivo es indispensable para alcanzar este objetivo contar con un sistema de mantenimiento preventivo como un elemento del proceso productivo.

Los trabajos de mantenimiento exigen calidad y, sobre todo, la aplicación de un criterio económico profundo, pues en ocasiones es preferible cambiar una parte de la máquina, aunque esto parezca muy costoso, que cambiar por creerlo más barato, una pieza pequeña que no garantice que la máquina pueda trabajar sin interrupción. También hay ocasiones en que es necesario ejecutar reparaciones de emergencia o correctivas pero de buena calidad a fin de programar posteriormente una reparación adecuada, pues de otra manera, quizá se vería demasiado afectado el proceso de producción, para que esto no suceda, estas circunstancias deben ser supervisadas por un encargado de mantenimiento altamente calificado.

La base de un mantenimiento preventivo consiste en establecer una serie de controles que nos permita detectar cuando la maquinaria está dando el rendimiento deseado y que éste no sobrepasa los límites calculados de tolerancia, previamente establecidos, por el fabricante, pero considerando las necesidades de producción.

El mantenimiento preventivo puede ser definido como la conservación planeada de fábrica y equipo, producto de inspecciones periódicas que descubren condiciones defectuosas. Su finalidad es reducir al mínimo las

interrupciones y una depreciación excesiva, resultantes de negligencias. No debe permitirse que ninguna máquina llegue hasta el punto de falla.

Debidamente dirigido, el mantenimiento preventivo es un instrumento de reducción de costos, que ahorra a la empresa dinero en conservación y operación. Es preciso trazar planes para elevar el nivel del equipo hasta un estándar mínimo de mantenimiento, antes de iniciar un programa de mantenimiento preventivo en regla, ya que es necesario llegar a una cierta condición de estabilidad para introducir técnicas de mantenimiento preventivo.

En el presente trabajo se encuentran una serie de técnicas de mantenimiento preventivo que se aplican a dos calderas pirotubulares, en ellas se explican cuáles son las rutinas de mantenimiento que deben de aplicarse y en que momento deben de hacerse, también se pone un énfasis especial en el resultado de la aplicación de un buen plan de mantenimiento preventivo por medio de la comparación de costos. Además el siguiente trabajo presenta al lector una serie de guías de cómo debe de aplicarse el mantenimiento preventivo en cualquier máquina y para cualquier tipo de fábrica.

1. ANTECEDENTES

1.1. Antecedentes históricos de la empresa

Es una empresa guatemalteca fundada hace 48 años, dedicada a la manufactura de algodón hidrófilo para uso médico, odontológico, cosmético y usos varios en el hogar, así como de vendas elásticas. Actualmente la empresa se encuentra en proceso de expansión, exportando desde hace muchos años a Centroamérica incluyendo Belice, Panamá, Estados Unidos y Canadá. La empresa es ampliamente reconocida por sus clientes y consumidores, debido a su experiencia, calidad y afán constante de innovar en el mercado.

1.1.1. Misión

Crear productos médicos, cosméticos e higiénicos de calidad superior, y brindar a todos un servicio excelente, una rentabilidad progresiva a nuestros socios, y la posibilidad de un crecimiento personal a nuestros colaboradores.

1.1.2. Visión

Ser líderes entre los productores de algodón absorbente en todos los países centroamericanos, y posicionar nuestros productos derivados o afines al mismo, entre los tres primeros lugares en los países donde estén presentes.

1.1.3. Objetivos

Ser la empresa líder en ventas y servicios en Centroamérica de productos de algodón para uso clínico, estético y usos múltiples.

1.2. Descripción General y principios de operación y calderas

El término “caldera” se aplica a un dispositivo para generar vapor para fuerza, procesos industriales o calefacción, agua caliente para calefacción o para uso general. Por razones de sencillez de comprensión, a la caldera se le considera como un productor de vapor en términos generales.

Las calderas son diseñadas para transmitir el calor procedente de una fuente externa, generalmente, un combustible, a un fluido contenido dentro de la misma caldera. Si este fluido no es agua ni vapor de agua o mercurio, a la unidad se le clasifica como vaporizador o como un calentador de líquidos térmicos.

De cualquier carácter que sea, este líquido debe de estar dentro del equipo con las debidas medidas de seguridad. El vapor o agua caliente, deben ser alimentados en las condiciones deseadas, es decir de acuerdo con la presión, temperatura y calidad y en la cantidad que se requiera.

Las calderas de vapor se clasifican, atendiendo a la posición relativa de los gases calientes y del agua, en acuotubulares y pirotubulares; por la posición de los tubos, en verticales, horizontales e inclinados; y, por la naturaleza del servicio que prestan, en fijas, portátiles, locomóviles y marinas.

La elección de una caldera para un servicio determinado depende del combustible que se disponga, tipo de servicio, capacidad de vapor de producción de vapor requerida, duración probable de la instalación y de otros factores de carácter económico

1.3. Accesorios y equipo auxiliar asociado a las calderas

Esta sección tiene por objeto servir de introducción al conocimiento de los equipos que pueden encontrarse en la caldera o en su inmediata cercanía.

El equipo auxiliar de las calderas consta de aparatos o dispositivos, accesorios o armaduras, que están íntimamente ligados, ya sea con la caldera misma o con su operación, control o mantenimiento. Es indispensable para la seguridad, para la economía y para la comodidad. El término “equipo auxiliar” incluye el conjunto general, a diferencia de las llamadas “armaduras” o conexiones, que comprenden aquellas partes directamente conectadas a la caldera o dentro de la misma.

1.3.1. Los quemadores y el sistema de control

El propósito principal de un quemador es mezclar y dirigir el flujo de combustibles y aire, de tal manera, que se asegure el incendio rápido y la combustión completa. Cuando se quema aceite, este puede atomizarse por medio de la presión del combustible o usando gas comprimido, por lo general, vapor de aire. Los atomizadores que utilizan la presión del combustible, generalmente, son de los tipos mecánicos de flujo único o de flujo de retorno. El tipo de flujo único usa una presión del aceite de 300 a 600 Psi con el gasto máximo y se limita un intervalo de operación de 2 a 1. Si se requiere un intervalo de carga mayor que 2 a 1, se usa el tipo de atomizador de flujo de retorno, el cual usa presiones del aceite de hasta 1000 Psi y proporciona un intervalo de operación de 10 a 1 bajo condiciones favorables.

Los atomizadores de vapor y de aire proporcionan un intervalo de operación de aproximadamente 10 a 1, pero, con una presión del aceite, relativamente, baja (300 Psi). El consumo de vapor requerido para una buena

atomización, por lo común es menor que el 1% de la salida de vapor de la caldera.

El sistema de control de la combustión consta de dispositivos automáticos destinados a mantener la presión de vapor deseada y la proporción correcta entre el combustible y el aire al variar la carga.

Los controles automáticos se sirven de energía neumática, hidráulica o eléctrica para accionar los motores, los cuales, a su vez, regulan la alimentación de combustible y de aire rápida y, simultáneamente como respuesta a las variaciones de demanda de vapor.

1.3.2. Armaduras para calderas

Es absolutamente necesario dotar a la caldera de un dispositivo de protección que prevenga el aumento de presión más allá de la presión de diseño. Entre los dispositivos propios de las calderas automáticas, quedan comprendidos los siguientes:

1. Válvulas de seguridad de disparador, para calderas de vapor: cuando la presión alcanza un punto predeterminado, la válvula se dispara, quedando, completamente, abierta y permaneciendo, así, hasta que baja nuevamente la presión.
2. Válvulas de alivio de seguridad para calderas de agua caliente: si la presión, llega a un punto predeterminado, la válvula se abre ligeramente, dejando pasar cierta cantidad de líquido; si la presión continúa aumentando, la válvula se dispara quedando completamente abierta.
3. Válvula de alivio para presión y temperatura para calentadores de agua: al llegar la presión al punto predeterminado, la válvula se abre,

ligeramente, dejando pasar líquido; o, si la temperatura alcanza el punto de ebullición, se abre la válvula o, bien, se funde un elemento fusible.

Las válvulas de seguridad de tamaños mayores se colocan a la intemperie, uniéndolas por tubería a la caldera. Todas las válvulas de alivio se instalan en un lugar en donde no lleguen a quemar al personal de servicio.

Todas las calderas de operación automática tienen que estar equipadas con un interruptor de bajo nivel de agua, el cual impide el funcionamiento del quemador, mientras no haya suficiente agua en la caldera. Un modelo típico de este dispositivo consiste en un flotador que actúa sobre un interruptor eléctrico. El interruptor puede ser instalado dentro de la columna de agua o dentro de la caldera misma. Todas las unidades están provistas de una válvula de purga para lavar los sedimentos recolectados.

La alimentación automática del agua a la caldera, siempre que el nivel desciende hasta una altura determinada, entra en acción. Con presiones de menos de 250 Psi se emplea., frecuentemente, una válvula de flotador que, usualmente, opera con el interruptor de bajo nivel. Para las presiones más altas, es necesario recurrir a la expansión de un tubo al entrar en contacto con el vapor para el accionamiento del aparato. En algunas unidades se combinan el interruptor de bajo nivel y la bomba del agua de alimentación y son del tipo de electrodos, que hacen pasar corriente eléctrica a través del agua de la caldera.

Todas las calderas de vapor están equipadas con un indicador de nivel del agua que permite la observación visual de la cantidad de agua que contiene la caldera. El diseño de estos indicadores depende de la presión a la que se les somete. Algunos tipos trabajan automáticamente, cerrándose en caso de ruptura del vidrio.

En una caldera se colocan válvulas o grifos de prueba a tres niveles diferentes del indicador de nivel, lo que permite al operador cerciorarse de que el nivel del agua en la caldera coincide con la indicación del tubo de vidrio.

1.3.3. Equipo auxiliar

➤ Purgadores

Se colocan en la parte más baja de la caldera algunas veces también en el cuerpo cilíndrico; se utilizan para sacar una cierta cantidad de agua, con el fin de extraer de la caldera los lodos, sedimentos y espumas. En ocasiones se emplea un purgado por el fondo continuo, por medio de un tubo pequeño, para sacar las impurezas a medida que se precipitan. No obstante, cuando se sigue este procedimiento, los purgadores grandes hay que abrirlos de vez en cuando para sacar completamente los lodos acumulados.

➤ Instrumentos

Las calderas de vapor deben tener forzosamente un manómetro para la medición de la presión; las calderas para agua caliente necesitan manómetro y termómetro.

Otros accesorios complementarios pueden incluir un medidor de gasto para el agua de alimentación, medidor de flujo de vapor, termómetro para los gases de escape y otros instrumentos de control y medición. En las instalaciones grandes se cuenta con controles automáticos para el economizador, para el tratamiento del agua de alimentación, así como los controles de presión temperatura del vapor.

Para la obtención de las más altas eficiencias, es preciso llevar un control absoluto sobre el proceso de la combustión. Este control está basado en las proporciones de monóxido de carbono o de oxígeno que hay en los gases de

escape. La cantidad necesaria de aire para la combustión es ajustada para que el suministro de aire de exceso sea el mínimo necesario de acuerdo con el combustible, con los métodos de combustión y con el diseño de la caldera.

➤ Sopladores para hollín

Los ductos de paso, en el lado del fuego, tienen la tendencia a la acumulación de hollín y ceniza volátil. Para disgregar estos materiales producidos por la combustión, se emplean boquillas para lanzar chorros de aire o vapor, permanentemente instaladas.

➤ Equipos de tratamiento de agua

La precipitación de sales sobre las superficies sujetas a calefacción del lado en contacto con el agua, ocasiona averías en la caldera; las turbinas de alta presión quedan expuestas a las consecuencias del arrastre de sílice por el vapor. Para contrarrestar lo anterior, especialmente, en aquellas plantas que tiene un alto consumo de agua de alimentación, se acostumbra a instalar equipos de tratamiento de agua, para desmineralizarla y desoxidarla antes de su inyección a la caldera.

➤ Inyección del agua de alimentación

Todas las calderas necesitan el suministro de agua. Las calderas para generación de fuerza que trabajan a presiones hasta de 300 Psi, reciben la alimentación de agua por medio de bombas de inyectoras. Es importante que durante una falla de la corriente eléctrica no se corte la alimentación del agua de la caldera, teniendo que dejarla fuera de servicio, con el consiguiente enfriamiento de la misma. Por este motivo, cuando menos una de las bombas de alimentación es generalmente impulsada por una turbina.

➤ Calentadores de aire

Sirven para calentar aire recuperando parte del calor de los gases que van a la chimenea. Las ventajas que se derivan del empleo de aire precalentado en la combustión son: conservación de la energía, combustión mejorada, quemar con éxito combustibles de baja calidad, aumento de rendimiento y capacidad. El aire caliente, al ser introducido en el hogar, que es el recinto en donde se quema el combustible, aumenta la temperatura de éste y, como consecuencia, aumenta la transmisión de calor radiante a la caldera.

Los calentadores de aire pueden ser de los tipos de convección y regenerativo. El tipo de convección se subdivide en tubular y de placa.

➤ Recalentadores

Son simples intercambiadores de calor destinados a comunicar energía adicional al vapor además de la que posee en el estado de saturación a una presión dada. Los recalentadores que toman su energía de los gases de la chimenea se denominan de convección; y, los que quedan expuestos a la energía radiante de las llamas se conocen como recalentadores de radiación. Los recalentadores de convección tienen más rendimiento al aumentar la producción de la caldera; en los recalentadores de radiación sucede lo contrario.

➤ Saturadores

Cuando se necesita disponer de vapor saturado en vapor recalentado o además de éste, se utilizan saturadores para quitar el recalentamiento de la posición de vapor requerida por los aparatos y procesos.

Los saturadores pueden ser del tipo de pulverizador y del tipo de superficie. En los primeros se quita el recalentamiento inyectando agua de alimentación a

la caldera. En los segundos, mediante un intercambiador de calor, en el cual el agua y el vapor no se mezclan. Cada tipo tiene una regulación automática.

1.4. Aire para la combustión

El aire para combustión, muy a menudo llamado “aire secundario”, es suministrado por el soplador montado en la tapa delantera. Durante la operación, la presión de aire aumenta en la cabeza de la caldera y este es forzado por el disco difusor para mezclarse completamente con el combustible para efectuar una buena combustión, mediante la mejor proporción aire-combustible. El abastecimiento de aire secundario se gobierna por medio de la regulación automática de la entrega del ventilador al quemador por la modulación del registro rotatorio del aire.

1.5. Ignición automática

Los quemadores de aceite o gas son encendidos por un piloto de tipo interrumpido mientras la llama del piloto, a su vez, es encendida, automáticamente, por una chispa eléctrica. Al principio de la secuencia para ignición y bajo la regulación del control de programación, la válvula solenoide del piloto y el transformador para la ignición reciben energía, simultáneamente.

Este transformador para ignición suministra la corriente de alto voltaje para la chispa de ignición. Los pilotos de gas poseen un solo electrodo sencillo y una chispa eléctrica forma un arco entre la punta del electrodo y la superficie del tubo que lo guarda. Una vez encendida y establecida la llama principal, la válvula solenoide del piloto y el transformador no reciben más energía.

Para abastecer al piloto se utiliza un tanque de gas. El combustible para el piloto de aceite liviano lo abastece la misma línea que lo abastece a presión para la llama, mientras una válvula solenoide regula el flujo de aceite hacia la boquilla del piloto.

Esta válvula recibe energía al mismo tiempo que el transformador al principio de la secuencia de ignición y queda sin energía después de que se encienda y establezca la llama principal.

1.6. Aire de atomización

El aire para atomización, "aire primario" se abastece por la bomba de aire al tanque receptor de aire-aceite y se entrega a presión a través del bloque múltiple al conjunto del inyector del quemador de aceite.

El aire primario se mezcla con el combustible inmediatamente antes de que salga del inyector.

La presión del aire para atomización es indicada por un manómetro montado en el quemador. Un empaque de neopreno alrededor de la parte posterior del tubo del aceite impide que el aire para atomización retorne hacia la tubería del aceite.

La presión de aire desarrollada por la bomba de aire impulsa aceite lubricante del tanque a los cojinetes de la bomba para lubricarlos, así como a las paletas de la bomba. Como resultado, el aire devuelto al tanque contiene un poco de aceite lubricante aunque la mayoría se recobra por medio de filtros en el mismo tanque antes de que el aire venga al quemador.

1.7. Flujo de combustible

El aceite combustible lo suministra al sistema una bomba de abastecimiento la cual proporciona parte de su descarga al quemador. El exceso de aceite se devuelve al tanque de almacenamiento a través de la válvula de escape y la línea de retorno.

El aceite fluye a través de un colador o al inyector. Una válvula de retención se instala en la línea al conjunto de control para evitar la formación de un sifón

cuando no opera la bomba. El conjunto de control comprende una válvula medidora, un regulador y un manómetro requerido para regular la presión y flujo de aceite al quemador. El control de la presión corresponde al regulador ajustable. Para ayudar a esta regulación, se produce contrapresión por medio de una boquilla con orificio localizada en la línea de aceite, devuelto inmediatamente después del conjunto de control. La válvula medidora entrega el aceite necesario al quemador para satisfacer las demandas de la carga. Una cabilla controla la cantidad de flujo al quemador mientras una leva actuada por el motor modulador gobierna la posición de la cabilla. Al subir la cabilla, el flujo aumenta.

El flujo al inyector del quemador se realiza a través de las válvulas solenoides a las cuales el control de programación da o quita energía. No pueden abrirse las válvulas a menos que los interruptores de prueba de aire para combustión y de prueba de aire para atomización estén cerrados.

La válvula medidora de aceite y el registro rotatorio de aire (el cual de control exacto del aire para combustión para que haya la proporción correcta aire-combustible según las demandas de carga) están siempre simultáneamente controlados por el motor modulador, el cual mueve el registro rotatorio del aire y modula las válvulas del combustible por medio de levas y un sistema articulado, esto es necesario para mantener la adecuada proporción de aire-combustible, según la demanda de carga.

1.8. Modulación del quemado

Es la función del motor modulador cuya operación se controla automáticamente por un control modulador de presión, para caldera de vapor o por un control de temperatura, para caldera de agua caliente. También se cuenta con un potenciómetro accionado manualmente para fijar al motor una asignación seleccionada de fogeo.

El motor modulador, es reversible con un conjunto integral de engranajes para reducir la velocidad.

El control modulador de presión para vapor, incluye un potenciómetro conectado eléctricamente a otro potenciómetro correspondiente en el motor modulador. Los cambios en la presión de vapor alteran la resistencia eléctrica en el potenciómetro del control modulador. El cambio en resistencia hace a un relevador integral de equilibrio accionar un interruptor interno de tres vías para arrancar, parar o poner en reverso la rotación del motor.

La rotación en cualquier dirección permanece hasta que la proporción de resistencia del potenciómetro del motor y del control sean iguales. Al lograr este equilibrio, el motor se detiene en una posición correcta de aire-combustible para la demanda de la caldera.

1.9. Red de distribución de vapor

La red de distribución de vapor es el conjunto de elementos que unen el generador de vapor y los equipos de calefacción y consta de los siguientes elementos:

- Red de tuberías principales y secundarias.
- Distribución general, soportes, anclajes, abrazaderas, juntas.
- Aislamientos térmicos.
- Válvulas reductoras de presión.
- Válvulas de seguridad.
- Sistema de trampas para evacuación de condensados.
- Red de retorno de condensados.

- Purgadores de aire de las redes.

1.10 Aditivos para combustibles

Entre los aditivos que comúnmente se utilizan para mejorar las propiedades de los combustibles podemos encontrar el FUEL SOLVE 915, el FUEL SOLVE 30, FUEL SOLVE 20, estos aditivos mejoran las propiedades de los combustibles, actuando como antiespumantes, protectores de la corrosión en las tuberías de combustible, evitando sedimentos e incrustaciones en la misma, además mejoran las propiedades esenciales para la combustión.

- Solvente:

Disuelve las gomas, lodos y mantiene limpias las boquillas.

- Dispersantes:

Mantiene los lodos en suspensión previniendo la precipitación.

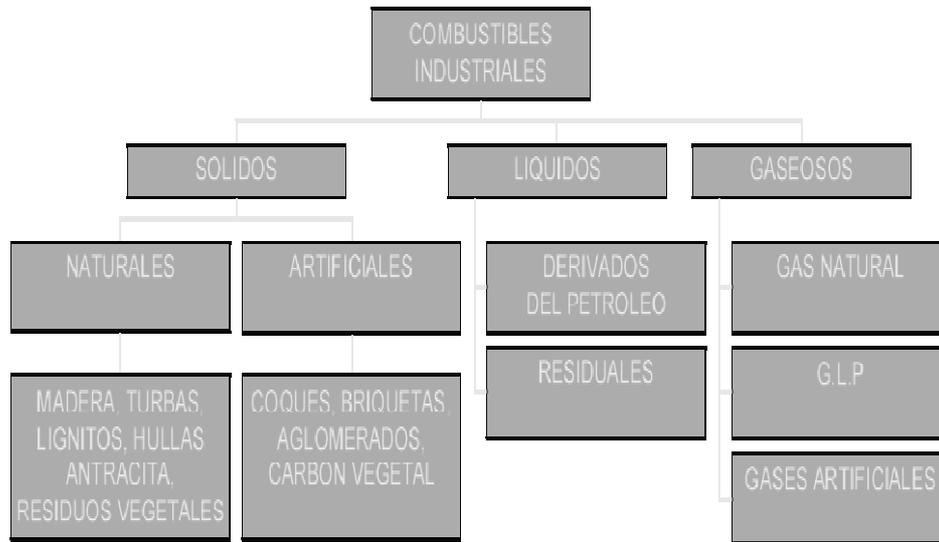
- Emulsificantes:

Dispersan uniformemente el agua en el combustible previniendo la corrosión y la fluctuación de la llama.

- Catalizadores:

Previenen la formación de depósitos ocasionados por el vanadio, azufre, níquel y sodio.

Figura 01. Diferentes tipos de combustibles



Fuente: www.Olmar.com

2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE LA MAQUINARIA Y SUMINISTRO DE VAPOR

2.1. Antecedentes de los accesorios y equipo auxiliar

En esta sección se analiza el tiempo de vida y el estado de los accesorios y equipo auxiliar más importantes dentro del área de calderas.

2.1.1. Tiempo de vida

La maquinaria ha estado funcionando hace ya cerca de veinte años, con lo cual ha brindado la generación de vapor para las distintas unidades de servicio de apoyo, por tal razón la maquinaria es esencial para el eficiente funcionamiento de dichas unidades.

Las calderas pirotubulares Cleaver Brooks, instaladas en la planta, tienen aproximadamente veinte años de funcionamiento, como se mencionó anteriormente, con lo cual a través del tiempo se han ido deteriorando, por tal razón el mantenimiento se hace indispensable, pues es el que las mantiene en buen funcionamiento; y siempre en busca de alcanzar el mejor aprovechamiento de las máquinas.

2.1.2. Funcionamiento actual

Las calderas pirotubulares, que utiliza la institución son dos calderas cleaver brooks modelo CB 600-800, con un número de serie de L-83233 y con una máxima presión de 150 psi. Estas alimentan de vapor a la central de equipos y máquinas de la planta.

2.2. Condiciones actuales de las calderas

Las calderas pirotubulares CB, se encuentran en un estado aceptable, es decir aun siguen funcionando, pero ya no tienen la misma capacidad, que la que tenían cuando empezaban a operar. La mayoría de los dispositivos auxiliares (manómetros, válvulas, quemador) se encuentran en mal estado, estos dispositivos se describen mejor en la sección 4.5.

2.2.1. Consumo de combustible por hora

Las calderas pirotubulares CB instaladas en la institución, utilizan el bunker como combustible, de la siguiente manera: la caldera esta en operación 6 horas diarias de lunes a domingo el tanque de combustible tiene la capacidad de 3000 gal, con las siguientes dimensiones: el tanque es cilíndrico con 0.61 m de radio y 1.5 m de profundidad, con lo cual en el transcurso de la semana el nivel del combustible dentro del tanque disminuye a razón de 2.54 cm por semana.

Es decir para encontrar el volumen del combustible consumido (V_{cc}) se puede hacer de la siguiente manera:

$$V_{cc} = \pi * R * (N_o - N_f)$$

Donde:

V_{cc} = Volumen de combustible consumido

R = Radio del depósito de combustible

N_o = Nivel inicial

N_f = Nivel final

De tal manera que para encontrar el flujo de combustible consumido sería:

$$V_{cc} = \pi * (61cm)^2 * \frac{2.54cm}{semana} = \frac{29692.3cm^3}{semana}$$

Entonces consume 29692.3 cm³ por semana, y como son 42 horas por semana entonces, el combustible consumido por hora queda de la siguiente manera:

$$\frac{29692.3cm^3}{semana} * \frac{1semana}{42horas} = \frac{706.95cm^3}{hora} = \frac{0.18gal}{hora} = \frac{0.706Lt}{hora}$$

2.2.2. Tratamiento de agua

Es un tratamiento químico que es necesario para el agua que ha de alimentar a la caldera, para evitar incrustaciones y sedimentos dentro de la cámara de agua de la caldera. Las incrustaciones y sedimentos pueden provocar que el proceso de evaporización del agua sea más tardía, aumentando el consumo de combustible, y la corrosión en la superficie.

¿Qué es el agua? ¿Cuál es su fuente?

En un 100% el agua cruda contiene 2 partes de hidrógeno por 1 de oxígeno. Estos dos gases forman un compuesto que se encuentra, por naturaleza, en los estados sólidos, líquidos y gaseosos.

a) Elementos objetables en el Agua:

Si el agua únicamente fuera H₂O no se requerirían tratamientos, pero el agua pura no existe y su impureza varía. La aproximación más cercana es el agua de lluvia que, sin embargo, contiene elementos sujetos a objeción.

b) Incrustaciones en los conductos debidas al bicarbonato de Calcio u otros materiales:

El grado de evaporación en algunas calderas da como resultado la formación de incrustaciones en el sistema, el efecto menos perjudicial causado por las incrustaciones es el bajo rendimiento. Una cantidad mínima como seria entre 10 y 20 pulgadas de incrustación, reduce el rendimiento de la caldera en un 30% aproximadamente. Después de un año se traducirá en una pérdida de combustible considerable.

Las incrustaciones también provocan fallas en los conductos, el verdadero daño de las incrustaciones reside en que al dejarlas en los tubos por largo tiempo impiden la transmisión de calor al agua y ello ocasiona recalentamiento en los conductos o tubos con las consecuentes rupturas.

c) Tratamiento de agua para las Calderas:

Para llevar a cabo el tratamiento del agua para calderas se deben de seguir los siguientes pasos:

1. Remover el calcio:

Puede removerse el calcio, magnesio y sílice antes de que el agua de alimentación llegue a la caldera.

2. Usar químicos:

Aplicando químicos como fosfatos, coloides, desechos orgánicos, etc., al agua de la caldera, con lo que los sólidos se formaran en lodo en lugar de formar costras o incrustaciones.

3. Efectuar purgas:

Programando purgas que removerán los sólidos disueltos y el lodo.

d) Clases de Mantenimiento:

- a. Agua cruda --- carga de calefacción
- b. Agua cruda --- Elaboración de energía.
- c. Agua cruda --- Planta de alimentos
- d. Agua blanda --- Carga de calefacción
- e. Agua blanda --- Elaboración de energía
- f. Agua blanda --- Planta de alimentos

Para cada una de las categorías arriba citadas, el tipo de agua cruda disponible deberá, ser analizado detenidamente para poder determinar, con exactitud el tratamiento a usarse. Podemos afirmar que la mayoría de compañías dedicadas a esta clase de servicios tienen disponible más de un tipo de tratamiento para aplicar a la inmensa variedad de agua cruda existente.

e) Purgas:

Las purgas eliminan del sistema el lodo compuesto por el calcio, normalmente insoluble y otras materias que lo han formado al aplicar tratamientos.

Si la purga no es suficiente, el lodo puede llegar a cocinarse en los tubos y formar depósitos difíciles de remover, especialmente en los lados y parte interior de la caldera.

1. Sitio adecuado para efectuar la purga:

Las calderas en servicio en la actualidad, cuentan con diversos sitios para efectuar purgas, algunas otras han sido equipadas posteriormente con un aditamento para efectuar purgas y del que continuamente fluye agua de la

caldera. Sin embargo, se llama la atención a efecto de que dicho aditamento en ningún momento deberá suplantar las purgas periódicas que se deben efectuar.

2. Cantidad de agua requerida al purgar:

Deben de fijarse los ciclos de concentración apropiados, los cuerpos variarán dependiendo de la clase de agua de alimentación y de las condiciones de operación. Generalmente se recomienda no acumular más de 8 a 10 ciclos de concentración en el sistema. Los fabricantes de generadores generalmente fijan el límite de sólidos disueltos de manera que resiste el sistema sin peligro de dañar la unidad o causar efectos adversos.

f) Elementos adicionales en el agua:

Si además de los daños y bajo rendimiento que ocasiona incrustaciones no se debe de chequear los otros elementos indeseables existentes en el agua de la caldera, repentinamente se notará que el agua actúa en forma equivocada saliendo de la caldera juntamente con el vapor, el que en condiciones normales saldría solo.

Debe señalarse que esto es contraproducente por varias razones:

- El vapor mojado puede contaminar plantas de alimentos.
- Actúa desfavorablemente en depósitos de turbina de aletas.
- Daña la tubería más rápidamente.

Al presentarse en el agua estos otros elementos, inmediatamente deberá chequearse la alcalinidad y el ciclo de concentración, en caso de encontrarse ambos límites normales deberán buscar otras causas, tales como presencia de aceite.

g) Eliminación de incrustaciones o costras:

Para que la remoción de incrustaciones sea efectiva deberá hacerse un plan de mantenimiento. Podrá hacerse uso de cepillos y brochas de alambre, además de los químicos seleccionados para la labor.

Por largos años se han empleado soluciones de ácidos basadas en grados técnicos de ácido hidrocórico.

Los ácidos líquidos tienen la ventaja de una acción rápida, economía y facilidad de aplicación. Sin embargo, deberá tenerse mucho cuidado al aplicarlos.

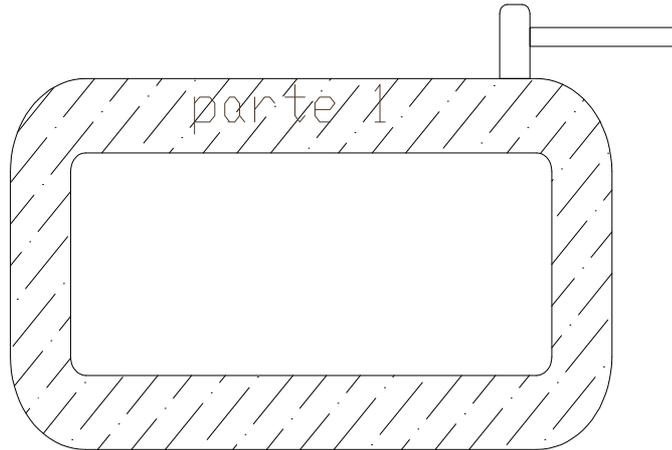
Afortunadamente se tiene disponible ácido en forma seca. Este ácido el sulfámico (no confundir con Sulfúrico), viene en forma seca para su manejo hasta el momento en que se vaya a aplicar, y el tenerlo almacenado no reduce su potencia.

Indiferentemente a que ácido se use para remover las incrustaciones, es muy importante seleccionar el adecuado. Así mismo, deberá tenerse en cuenta que sea inhibidor, para evitar que al entrar en contacto con las superficies metálicas del sistema no cause ningún daño.

2.2.3. Cantidad de vapor generada por hora

El vapor generado por hora, es de 10,000 kilogramos por hora, por solo una de las calderas, es decir el agua que se encuentra en la cámara de agua (parte 1 de la figura 02, lleva un proceso de calentamiento hasta llegar a evaporarse, y es de esta manera que se genera el vapor con alta presión, y para llevar a cabo su distribución.

Figura 02 Cámara de agua de una caldera pirotubular



Fuente: Manual de operación de calderas CB

1 HP (0.745 kilowatts) hr de caldera = 15 lt. (4 gal.) de agua evaporada por hora.

1 kg (2.2 lb) de evaporación por hora = 1 lt.(0.26 gal)evaporado por hora.

1 galón de evaporación por hora = 8.34 lbs de agua por hora.

1 HP de caldera = 15 kg (33.36 lb) de agua por hora.

Rangos de Velocidades del vapor en Tuberías:

1. En tuberías de baja presión de 2500 a 4000 m/min.
2. Para altas presiones de 4000 a 5000 m/min.
3. Para vapor al vacío de 6000 a 12000 m/min.

2.2.4. Descripción de la capacidad instalada

Las calderas pirotubulares CB de la institución, están construidas con un rango de operación entre 12 y 3.360 kw y con presiones de operación de hasta 250psi; y estas son capaces de generar arriba de 10,000 kilogramos de vapor por hora, cuando se encuentran en sus óptimas condiciones.

2.3. Operación de caldera

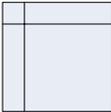
Para la operación de calderas es indispensable que se tenga conocimiento necesario del tipo de caldera con que se cuenta, vertical y horizontal, el tipo de combustible que utiliza, funcionamiento componentes, etc. La operación de una caldera se puede describir conforme al tipo y el modelo, para esta institución se describe en el flujograma siguiente:

2.3.1. Flujograma de las actividades necesarias para llevar a cabo la operación

El mecanismo más indicado para el análisis de un procedimiento es el diagrama de flujo o de operaciones, aun cuando es la representación simbólica de un procedimiento administrativo, de la producción de un bien, o de la prestación de un servicio, señala los pasos fundamentales y hace comprensible las actividades, operaciones, decisiones y ramificaciones de los procedimientos. Para llevar a cabo la elaboración de un diagrama como una representación gráfica de la secuencia de actividades o pasos que ocurren en un proceso o en un procedimiento, se deben identificar mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza.

Los principales procesos incluidos en un diagrama de flujo o de operaciones son:

Tabla I Representación de los símbolos utilizados en un flujograma

<p>Operación: Se produce o efectúa una manipulación o transformación.</p>	
<p>Documento: Se utiliza un documento específico.</p>	
<p>Datos: Se obtienen datos de diferente fuente.</p>	
<p>Almacenamiento Interno: Se almacenan datos al archivo.</p>	
<p>Proceso Predefinido: Se utiliza un proceso definido.</p>	

Calderas de combustión a diesel

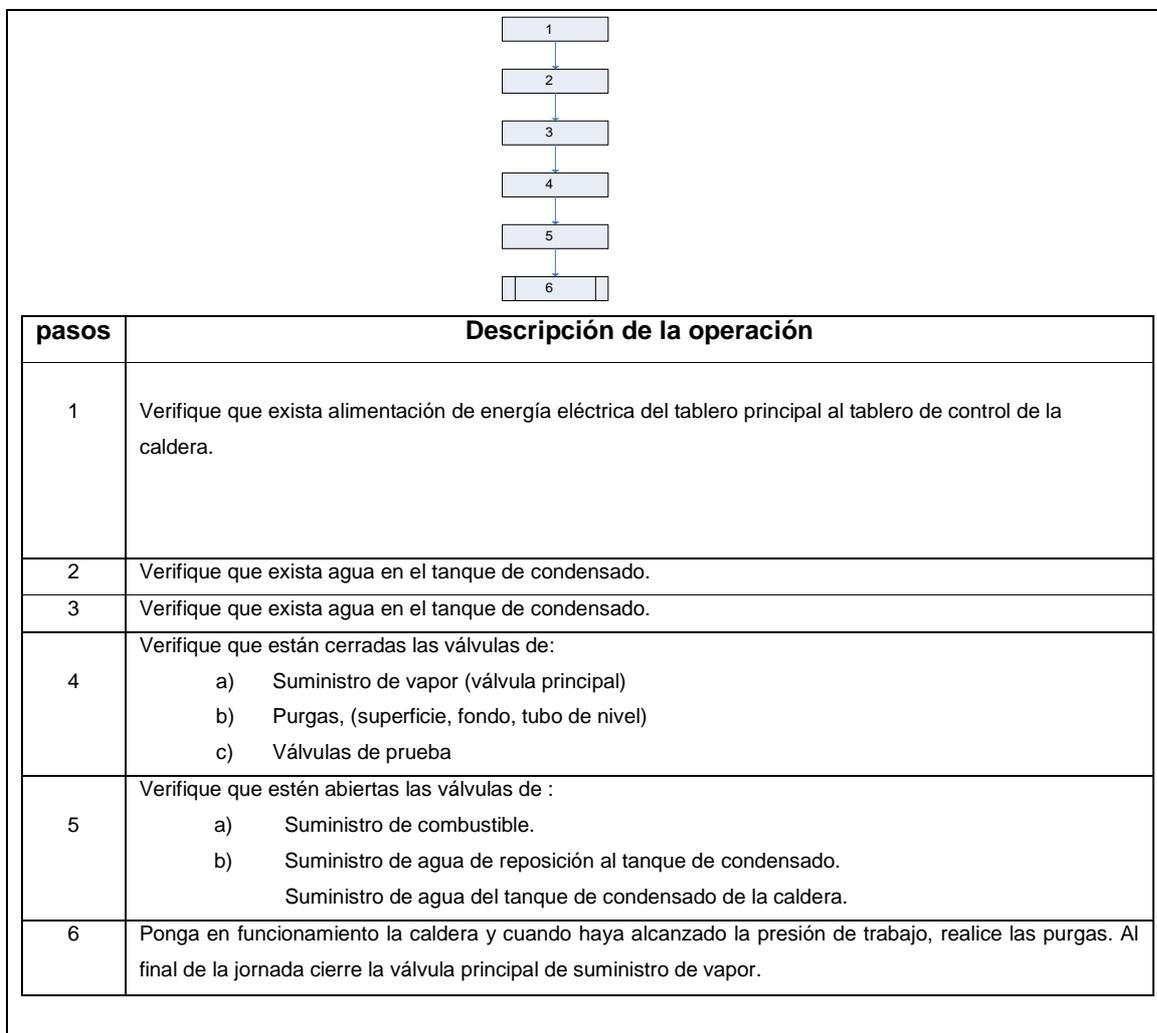
ASUNTO: Operación de caldera

FECHA: 24-05-08

MÉTODO: Propuesto

ANALISTA: Juan Pablo Ramírez

INSTITUCIÓN: Empresa procesadora de algodón para uso clínico



Fuente: propia

2.4. Condiciones de la tubería de suministro de vapor

2.4.1. Condiciones actuales de la tubería

En ciertas partes de las tuberías de vapor existen daños superficiales, debido a la corrosión y al desgaste que sufren las mismas al tratar de mantener el calor y la temperatura del vapor para evitar la condensación, las tuberías de suministro de vapor de la institución, se encuentran en mal estado,

especialmente en las uniones, en las desviaciones, y en las salidas del vapor para llevar a cabo la alimentación.

Las tuberías de suministro de vapor, son muy importantes para mantener el vapor a la presión requerida y a la temperatura requerida, por lo cual no se deben de descuidar, por tal razón se describen con mayor detalle en los rubros siguientes:

2.4.2. Material de la tubería

Las tuberías de vapor, comúnmente son fabricadas de hierro negro, debido a que este material es capaz de soportar la presión y el calor del vapor a altas temperaturas, estas tuberías también necesitan de un buen recubrimiento o aislamiento térmico para poder de esta manera evitar la condensación del vapor al existir una pérdida de calor.

Principales materiales de aislamiento:

- Silicato de calcio
- Fibra de vidrio
- Vidrio espumado
- Lana de roca
- Perlita expandida
- Elastoméricos
- Poliestireno
- Poliuretano
- Materiales complementarios

- Materiales de sujeción
- Materiales de acabado
- Barreras de vapor
- Otros materiales

Variables importantes del aislamiento:

- Temperatura del fluido de proceso ($^{\circ}\text{C}$)
- Espesor del aislante (mm)
- Tipo del material aislante
- Conductividad térmica del aislante ($\text{w/m}^{\circ}\text{K}$)
- Tipo de recubrimiento del material aislante
- Temperatura de superficie ($^{\circ}\text{C}$)
- Diámetro nominal de la tubería (mm)
- Tipo de tubería
- Temperatura de pared ($^{\circ}\text{C}$)
- Temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$)
- Velocidad del viento (m/h)

2.4.3. Aislamiento térmico

Su función es reducir sustancialmente o retardar la pérdida de calor a través de las paredes del horno y de tuberías de distribución. Los refractarios son materiales resistentes al calor y trabajan expuestos a temperaturas en

- Flexibles

Formas de presentación:

- Colchonetas flexibles
- Cementos monolíticos
- Espumado en sitio
- Servicios a alta temperatura (mayor a 37°C)

Aplicación:

- Servicios a baja temperatura (menor a 37°C)
- Control de la temperatura de proceso
- Conservación de energía

Uso y aplicación:

- Protección al personal
- Anticondensación
- Aislamiento innecesario

2.4.4. Medidas de la tubería

El grosor de la tubería de vapor (No. de cédula) es el calibre relacionado con la presión de operación y la tensión permisible del acero. Las más utilizadas son la cédula 40 y la cédula 80, o bien cédula normal (s), fuerte (x) o extrafuerte (xx). En las calderas pirotubulares, se usa la cédula 40, en las acuatubulares cédula 80.

Las tuberías de vapor en nuestro medio, se pueden encontrar de diferente diámetro, entre los cuales se pueden mencionar de 3/4, 1, 1 ½, 2, 2 ½, 3, 4, 5, 6, pulgadas entre otras. Las medidas dependerán de la cantidad de vapor a consumir y de la presión a soportar, la vida aproximada de una tubería mayor de 3 pulgadas de diámetro es de aproximadamente 30 años.

3. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1. Función y objetivo

Como es de suponerse en todo equipo o instalación se producen fallas y deterioros provocados por el uso y su funcionamiento, lo cual provoca paros en el servicio y reparaciones en el equipo; sin embargo es factible tomar medidas que disminuyan al mínimo la probabilidad de fallas y conservar el nivel determinado de mantenimiento para prevenirlas. La función del mantenimiento preventivo es la de conocer sistemáticamente el estado de la maquinaria y equipo para programar las acciones que eliminarán las averías que provocan paros tomando en consideración que los paros necesarios para esta acción provoquen el menor impacto en la producción.

El objetivo básico del mantenimiento preventivo es el de maximizar la capacidad productiva de los equipos y al mismo tiempo mantener al mínimo los costos generales de producción. Entendiéndose como costos generales de producción: mano de obra y materiales de producción, mano de obra y materiales de mantenimiento, gastos administrativos, pérdidas ocasionadas por fallas de equipo y diferentes costos fijos y de capital.

El mantenimiento preventivo puede desarrollarse de dos maneras, no permitiendo descomposturas en ninguno de los equipos y el de operarlos hasta que fallen.

La actividad de mantenimiento preventivo comprende cuatro aspectos principales:

1. Creación de programas de mantenimiento preventivo.
2. Programación del trabajo de mantenimiento preventivo.
3. Ejecución del trabajo de mantenimiento preventivo.

4. Esfuerzos de ingeniería de mantenimiento relacionados con mantenimiento preventivo.

La meta de la actividad completa de mantenimiento preventivo puede describirse como la disponibilidad máxima del equipo en condiciones satisfactorias a un costo mínimo, costo que debe incluir los siguientes puntos:

1. Trabajo de mantenimiento preventivo.
2. Trabajo de mantenimiento de descomposturas.
3. Pérdidas de producción originadas por mantenimiento preventivo o por mantenimiento de descomposturas.

Los tipos de trabajo que deben incluirse en un programa de mantenimiento preventivo son los siguientes:

1. Limpieza
2. Ajustes
3. Reparaciones
4. Reposición de partes
5. Reparaciones completas
6. Pintura y acabados
7. Inspecciones
8. Trabajo menor de mantenimiento generado por inspecciones

Deben excluirse los siguientes tipos de trabajo de mantenimiento:

1. Trabajo desarrollado como consecuencia de fallas del equipo.

2. Trabajo desarrollado antes de que suceda la falla, debido a observación del mismo o a que empezó a tener indicaciones de falla.
3. Trabajos mayores originados por inspección del equipo por mantenimiento preventivo u otros, por ejemplo, trabajos que requieren aprobaciones especiales para su ejecución.
4. Cambios o modificaciones del equipo, resultantes de decisiones gerenciales para mejorar los rendimientos, apariencia, facilidad de mantenimiento o para reducir los riesgos de operación.

Y en general todo aquel trabajo de mantenimiento preventivo que no está incluido en un programa oficial de mantenimiento preventivo, debe excluirse de la definición de mantenimiento preventivo. Estos trabajos pueden clasificarse como mantenimiento de descomposturas, mantenimiento correctivo, cambios, modificaciones, o nuevas construcciones.

3.2. Responsabilidades que genera el mantenimiento preventivo

La responsabilidad de mantenimiento preventivo no es sólo de un área, sino que es responsabilidad de varias áreas.

3.2.1. Ingeniería de mantenimiento

Las funciones principales que ingeniería de mantenimiento debe de tener en relación con mantenimiento preventivo son:

1. Revisión de las nuevas instalaciones y modificaciones propuestas de los equipos existentes en la planta, para hacer las recomendaciones a cada caso.

2. Analizar y proponer modificaciones en los diseños de las instalaciones y equipo con el propósito de aumentar la facilidad en su mantenimiento y de sus partes involucradas.
3. Seleccionar las partes y equipos críticos para que sean incluidos en los programas de mantenimiento preventivo.
4. Preparar los programas de mantenimiento preventivo de las instalaciones seleccionadas y las órdenes de trabajo respectivas para suministrarlas al departamento de planeación y programación de mantenimiento para su ejecución.
5. Medir la efectividad de los programas de mantenimiento preventivo implantados por planeación y hacer las modificaciones pertinentes.
6. Establecer niveles de mantenimiento tanto en las partes de equipo como en las unidades completas de operación.

La ingeniería de mantenimiento deberá ser el eje de la rueda del mantenimiento preventivo.

3.2.2. Departamento de operación

Los departamentos de operación tienen varias responsabilidades en relación con el mantenimiento preventivo tales como:

1. Aprobar los programas de mantenimiento preventivo originados por ingeniería de mantenimiento en el caso de partes o equipos críticos en la planta.
2. Cooperar con la organización de mantenimiento en la implantación de los programas de mantenimiento preventivo, esencialmente en hacer que el

equipo está disponible para mantenimiento preventivo en las fechas y tiempos establecidos en los programas.

3. Desempeñar los servicios pequeños de mantenimiento que los programas de mantenimiento preventivo aprobados han asignado al personal de operación.
4. Mencionar a ingeniería de mantenimiento las partes y equipos, que en su opinión y de acuerdo a su experiencia se beneficiarán con la aplicación de las técnicas de mantenimiento preventivo.

3.2.3. Departamentos de planeación y programación

El área de planeación y programación es responsable de que se lleven a cabo los programas aprobados de mantenimiento preventivo y comprende las siguientes funciones:

1. Planear y estimar las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo proporcionadas por ingeniería de mantenimiento y basadas precisamente en los programas de mantenimiento preventivo elaborados por el mismo departamento de ingeniería de mantenimiento.
2. En el caso de servicios de rutina de mantenimiento preventivo, llenar las copias de las listas de revisión de los diferentes equipos para apoyar la emisión de las órdenes de trabajo para el mantenimiento preventivo.
3. Planear las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo de acuerdo a los períodos y frecuencias establecidas por ingeniería de mantenimiento de una manera consistente.

3.2.4. Grupos para ejecución del trabajo

En el caso de los grupos o individuos que ejecutan el trabajo, su responsabilidad referente al mantenimiento preventivo es simple pero vital. Consiste en la retro comunicación con ingeniería de mantenimiento sobre cualquier dato solicitado o información adicional que sirva para mejorar o asegurar el éxito de los programas de mantenimiento preventivo.

3.3. Prerrequisitos necesarios en la creación de un programa de mantenimiento preventivo

Una precondition básica para la aplicación efectiva de mantenimiento preventivo para cualquier instalación, partes y equipos, es en primer lugar que están en buenas condiciones, una pieza de equipo que está cayéndose a pedazos no es sujeta a un programa de mantenimiento preventivo.

Se requieren condiciones refinadas de los equipos cuando se arranca un programa de mantenimiento preventivo, o por lo menos se requieren condiciones satisfactorias que permitan una planeación razonable de las actividades de mantenimiento preventivo.

Si no se tiene en cuenta los puntos anteriores, las partes de los equipos y los equipos completos fallarán al azar de un modo impredecible haciendo que el programa de mantenimiento preventivo no tenga ningún sentido y sea un fracaso total.

Antes de la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo a cualquier instalación, partes o equipos completos, deberá hacerse un inventario completo de reparaciones requeridas, partes de reposición y reacondicionamiento.

Basado en los resultados en este inventario, las instalaciones deben ponerse en condiciones tales, que en el futuro puedan mantenerse en operación de acuerdo a un programa de mantenimiento preventivo.

Si lo anterior no se tiene en cuenta, todos los esfuerzos y técnicas de la organización de un programa de mantenimiento fracasarán.

3.4. En dónde aplicar los programas de mantenimiento preventivo

Al iniciar cualquier esfuerzo de mantenimiento preventivo, la pregunta más difícil de contestarse es en donde empezar. A continuación se explican algunas reglas básicas cuya observancia pagará dividendos en las inversiones de mantenimiento preventivo, y que ayudarán de forma general a decidir donde aplicar el programa de mantenimiento preventivo.

1. Solamente seleccionar partes críticas para el programa de mantenimiento preventivo. Las instalaciones pueden considerarse como críticas si una falla continuada puede tener consecuencias tales como las que se enumeran a continuación:
 - a. Tiempo excesivo fuera de servicio debido a fallas.
 - b. Costos altos de mantenimiento.
 - c. Variaciones en la calidad de los productos y fuera de los límites establecidos.
 - d. Serio deterioro en los equipos.
 - e. Peligro para la seguridad de los trabajadores.
 - f. Costo de tiempo de paros y costo de reparaciones es mayor que el costo de mantenimiento preventivo.

- g. Fallas en el equipo para producción que origina mayores daños en el mismo.
 - h. Fallas críticas para producción en equipos que originan serias pérdidas de producción.
2. Si es posible, seleccionar partes de equipo, que forman parte de un grupo de partes numerosas exactamente iguales. Además si estas partes son críticas en los equipos se tiene un potencial de ahorro incalculable; ya que un programa de mantenimiento preventivo podrá aplicarse en varios equipos.
 3. Cuando el costo de mantenimiento preventivo sea mayor que el costo de reposición, en el equipo no crítico, entonces deberá quitarse este equipo de mantenimiento preventivo y esperar a que falle para repararlo.
 4. Deberá quitarse de mantenimiento preventivo el equipo cuya vida normal sin mantenimiento preventivo sea más larga que las necesidades de producción.
 5. Tomar dentro de mantenimiento preventivo el equipo cuyo costo de tiempo de paros y costo de reparaciones sea mayor que el costo de aplicar mantenimiento preventivo.
 6. Si se dispone de equipo de repuesto instalado, o de capacidad de producción excedentes en caso de fallas, el criterio a aplicar en mantenimiento preventivo será sobre la base del daño que se pueda originar por las fallas a otros equipos o por un costo elevado de mantenimiento de descomposturas.

La cobertura de mantenimiento preventivo en sus programas suele ser difícil de justificar en los siguientes casos:

1. Cuando el costo de mantenimiento preventivo más el costo de las pérdidas de producción es mayor que el costo de reparaciones de las pérdidas de producción.
2. Cuando la vida esperada de las instalaciones o partes de equipo es mayor que la requerida por los procesos. Si la obsolescencia llega más pronto que un deterioro serio del equipo, probablemente un mantenimiento preventivo nunca pueda justificarse.

3.5. Costos de mantenimiento

El Mantenimiento involucra diferentes costos: directos, indirectos y generales.

➤ Costos directos:

Están relacionados con el rendimiento de la empresa y son menores si la conservación de los equipos es mejor; influyen la cantidad de tiempo que se emplea el equipo y la atención que requiere. Estos costos son fijados por la cantidad de revisiones, inspecciones y en general las actividades y controles que se realizan a los equipos, comprendiendo:

- Costos de mano de obra directa y contratada
- Costos de materiales y repuestos directos y contratados
- Costos de la utilización de herramientas y equipos directamente y con contratación.
- Costos de contratos para la realización de intervenciones

➤ Costos indirectos:

Son aquellos que no pueden atribuirse de una manera directa a una operación o trabajo específico. En Mantenimiento, es el costo que no puede relacionarse a un trabajo específico. Por lo general, suelen ser: la supervisión, almacén, instalaciones, servicio de taller, accesorios diversos, administración, servicios públicos, etc.

➤ Costos generales:

Son los costos en que incurre la empresa para sostener las áreas de apoyo o de funciones no propiamente productivas y que a su vez dan soporte a las áreas que desempeñan labores que se relacionan directamente con el negocio. Para que los gastos generales de mantenimiento tengan utilidad como instrumento de análisis, se deben clasificar con cuidado, a efecto de separar el costo fijo del variable, que en algunos casos se asignan como directos o indirectos.

Generalmente, los costos asignados a las áreas de mantenimiento por influencias indirectas de áreas de apoyo no son considerados pues sobre estos -según unos modelos de análisis -, la administración de mantenimiento no tiene ninguna acción, sin embargo a la hora de prestar el servicio, no habría infraestructura de administración del dinero, seguridad, etc.

Es cierto que los costos que asumen las áreas de mantenimiento por concepto de costos de administración se denominan costos asignados y son fijados por niveles de autoridad que van más allá de las áreas de mantenimiento. Y también que generalmente estos costos no se consideran, debido a que ellos no son controlables por la organización de mantenimiento, pues son manejados por sistemas externos de información y su determinación es dispendiosa.

Este punto es discutible porque si bien es cierto que generalmente no se tiene en mantenimiento dominio sobre estos aspectos, también es verdad que mantenimiento "consume" de esos recursos para poder ejercer su función. Una manera de visualizar esto es la abstracción de que mantenimiento es una empresa, por lo tanto sino tuviese ese apoyo, lo tiene que asumir y adquirir para poder funcionar.

Vale la pena reconocer la dificultad para "prorratear" o calcular la contribución global de mantenimiento en ese empleo de recursos. Existe la siguiente posibilidad: determinar cuánto de ese costo global corresponde a mantenimiento y en ese punto lo mejor es hacer una distribución proporcional, por ejemplo:

- Por persona:

Es razonable pues, así se tiene como un factor de "posesión" del recurso un valor que exige la administración, relacionado con el número de personas de mantenimiento respecto al total. Eso permite posteriormente que se pueda asociar al trabajo así:

- Por actividad:

Es bastante apropiado, por que se implica sobre un consumo global, la idea es hacer una relación directa del costo de la realización de la OT y distribuir los costos generales con base en un valor de los costos totales.

3.5.1. Análisis antes de la aplicación del plan

En esta sección se analizarán los costos que actúan directamente o indirectamente con el mantenimiento exclusivo sobre las calderas de la empresa.

3.5.2. Costos directos

Estos costos son como anteriormente se mencionó, los costos que se ven incluidos únicamente en el costo directo de mantenimiento de las calderas que para la empresa deriva sus costos en los siguientes rubros:

3.5.2.1. Herramientas y accesorios

Actualmente la empresa cuenta con un amplio almacén de herramientas y accesorios que son de utilidad para el mantenimiento de toda la maquinaria y estaciones de trabajo. Es por ello que para este caso se toma como un costo nulo ya que no genera ningún costo el mantenimiento de las herramientas y accesorios adecuados para brindar el mantenimiento requerido en las rutinas de trabajo que se presentan más adelante.

3.5.2.2. Mano de obra directa

Para el cálculo del costo de la mano de obra directa se hace únicamente con dos técnicos mecánicos eléctricos y dos supervisores, el técnico que es quien hace las laboras de mantenimiento y el supervisor que es quien supervisa y genera los reportes respectivos del mantenimiento aplicado.

Los dos tipos de puestos trabajan en jornadas de diurnas y nocturnas rotativas es decir que los cuatro en conjunto trabajan las dos jornadas, en horarios de 6:00 a 18:00 horas la diurna y de 18:00 a 6:00 horas la nocturna. Es evidente que se trabaja 8 horas, una de almuerzo y tres son extras.

De acuerdo a los sueldos de cada puesto, el costo de mano de obra directa queda de la siguiente manera:

Tabla II Costo anual de mano de obra directa

Prestaciones	Anual Supervisor	Anual Técnico
Sueldo	Q 43,200.00	Q 25,200.00
Aguinaldo	Q 3,600.00	Q 2,100.00
Bono 14	Q 3,600.00	Q 2,100.00
Vacaciones	Q 1,800.00	Q 1,050.00
Indemnización	Q 3,600.00	Q 2,100.00
Cuota patronal IGSS	Q 5,184.00	Q 3,024.00
Total	Q 60,984.00	Q 35,574.00

Fuente: propia

Por lo que al final se genera un costo de mano de obra directa de **Q193,116.00** anuales.

3.5.2.2.1. Horas extras

Estas se calculan según el Código de Trabajo bajo el renglón del 1.5 del sueldo por hora del empleado, quedando el costo de las horas extras de la siguiente manera:

Tabla III Costo anual de mano de obra directa, horas extras

Prestaciones	Anual Supervisor	Anual Técnico
Sueldo	Q 24,300.00	Q 14,169.60
Aguinaldo	Q 2,025.00	Q 1,180.80
Bono 14	Q 2,025.00	Q 1,180.80
Vacaciones	Q 1,012.50	Q 590.40
Indemnización	Q 2,025.00	Q 1,180.80
Cuota patronal IGSS	Q 2,916.00	Q 1,700.35
Total	Q 32,278.50	Q 20,002.75

Fuente: Propia

Por lo que al final se genera un costo de mano de obra directa en horas extras de **Q104,562.50** anuales.

3.5.2.2.2. Viáticos

La empresa no repara en costos de viáticos ya que los repuestos son llevados de manera a domicilio y no hay necesidad de salir de la empresa.

3.5.2.2.3. Comidas

La empresa no repara en gastos de comidas ya que se le da al empleado una hora de almuerzo y éste depende da cada uno de ellos en donde lo realizan y el costo de ello corre por cuenta del empleado.

3.5.2.3. Repuestos

Para obtener un stock de repuestos de la más alta calidad y a un bajo costo, el proveedor más antiguo es a Ferretería Lewonski, S.A. y para mantener un stock de repuestos en forma anual el costo asciende a la cantidad de **Q22,305.20.**

3.5.2.4. Sueldos administrativos

El único sueldo administrativo que se genera es el sueldo del encargado de mantenimiento el cual asciende a la cantidad de Q 143,990.00. Pero cómo el departamento de mantenimiento se divide en varias partes y el área de calderas es tan solo una de ellas el sueldo del jefe o encargado de mantenimiento se debe de dividir en las áreas que cubre el departamento de mantenimiento que en este caso son varias máquinas y estaciones de trabajo por lo que lo dividen en 10 partes, de tal manera que el sueldo administrativo para el área de calderas asciende a la cantidad de **Q14,399.00.**

3.5.2.5. Gastos de oficina

En la tabla IV se muestran los datos de todos los gastos de oficina que representan costos para el mantenimiento preventivo del área de calderas:

Tabla IV Gastos de oficina para el área de calderas anual

Rubro	Gasto
Agua	Q 51,600.00
Luz	Q 21,600.00
Teléfono	Q 8,400.00

Útiles de Oficina	Q 3,000.00
Otros	Q 3,600.00
Total	Q 88,200.00

Fuente: propia

3.6. Creación e implementación de los programas de mantenimiento preventivo

El proceso actual de la aplicación de los programas de mantenimiento preventivo consiste en decidir que clase de trabajo de mantenimiento debe llevarse a cabo en determinada instalación y con que frecuencia.

Debe hacerse una selección específica de las inspecciones adecuadas, de los ajustes, de las reparaciones, de las reposiciones de partes, de las reparaciones completas, etc., debe definirse con que frecuencia estas tareas deben ejecutarse.

En hacer tales decisiones consiste la elaboración del programa de mantenimiento preventivo.

Hay varias fuentes de información con respecto a lo que un trabajo de mantenimiento debe incluir en un programa de mantenimiento preventivo de una parte de equipo:

- Los manuales de servicio del fabricante:

Estos manuales son guías valiosas para conocer como deben instalarse las diferentes partes del equipo, operarse y darles mantenimiento. Proveen datos específicos con respecto a mantenimiento preventivo, tales como, inspecciones, servicios que necesitan, ajustes, partes de repuestos y reparaciones completas.

➤ Los registros de mantenimiento:

Los registros de mantenimiento llevado a cabo en los equipos proporcionan datos significativos en relación a la elaboración de los programas de mantenimiento preventivo. Modelos de trabajo repetitivos basados en fallas de los equipos pueden sugerir servicios de rutina, ajustes o cambios de partes. Otros requerimientos de mantenimiento más incidentales y al azar pueden sugerir inspecciones programadas.

➤ El personal de operación:

Las personas responsables de la operación o del uso del equipo con frecuencia proporcionan información sobre problemas de mantenimiento locales, desapercibidos para el mismo fabricante, y que no aparecen claros en los historiales del mantenimiento llevado a cabo.

➤ El personal de mantenimiento:

El personal directamente involucrado en la ejecución del trabajo de mantenimiento proporciona valiosísima información para los programas de mantenimiento preventivo. Un supervisor de mantenimiento, por ejemplo, seguramente conoce los trabajos que si se hubieran llevado a cabo en bases programadas, hubieran evitado paros de emergencia. El especialista competente puede señalar en detalle maneras diferentes de hacer los trabajos que resulten en alargamiento de los ciclos de las fallas.

La decisión sobre la frecuencia con que cada tarea incluida en un programa de mantenimiento preventivo es de una importancia económica crítica. Se refiere directamente al costo total de mantenimiento que se discutió con anterioridad. Demasiada frecuencia en las diferentes tareas puede dar un excesivo trabajo de mantenimiento y excesivo gasto de materiales, que puede ser muy superior al costo de paros y mantenimiento de descomposturas. Por lo

contrario cuando la frecuencia de las tareas es muy baja, puede originar muchas fallas, tiempo perdido de producción excesivo, costos de reparaciones más altos de lo necesario, y en suma costos de mantenimiento exorbitantes.

➤ Edad, condición y valor del equipo:

Equipo antiguo o mantenido inadecuadamente requerirán una atención de mantenimiento más frecuente. Tal vez se requerirá una reparación completa antes de que pueda establecerse la frecuencia adecuada. En ocasiones lo más aconsejable será la reposición de las instalaciones.

➤ Requerimientos de seguridad:

En el caso de los equipos, cuyas condiciones sean una amenaza para la salud o seguridad de los trabajadores, la frecuencia de mantenimiento debe ser tal que minimice los riesgos lo más posible.

➤ Probabilidad de desgaste excesivo:

Si partes de un equipo están sujetas a grado anormal de fatiga, fricción, suciedad o corrosión se requerirán ciclos muy cortos en lo referente a mantenimiento. Considerando lo anterior, equipos exactamente iguales que trabajan en diferentes condiciones requerirán frecuencias de mantenimiento muy diferentes.

➤ Probabilidad de daño:

Si partes del equipo están sujetas a vibraciones, sobrecargas o abusos, requerirán una mayor frecuencia de atención.

➤ Susceptibilidad a desajustes:

Si una instalación se usa de manera que sean necesarios frecuentes ajustes o alineaciones, o que el propio diseño requiere tolerancias muy estrictas, seguramente requerirá una atención muy frecuente de mantenimiento.

Las mismas fuentes de información mencionadas anteriormente para definir que tareas deben incluirse en los programas de mantenimiento preventivo, servirán para definir la frecuencia con que deben hacerse las mismas.

1. Muchos fabricantes además de especificar el tipo de mantenimiento requerido, también sugieren la frecuencia del mismo. Estas frecuencias se basan en uso normal, que deberán modificarse de acuerdo a las condiciones reales.
2. Los registros adecuados de mantenimiento indicarán la frecuencia de mantenimiento de descomposturas, y esta información podrá utilizarse para establecer las frecuencias de servicio par evitar al máximo las fallas.
3. El personal de mantenimiento, supervisores y mecánicos que hacen el trabajo de reparaciones, son fuentes valiosas de información en lo que se refiere a la frecuencia del mantenimiento para evitar los paros al máximo.
4. El personal de operación frecuentemente sabe que trabajos específicos deben llevarse a cabo, para minimizar la probabilidad de fallas.

El diseño de las formas de mantenimiento preventivo no es de importancia crítica, sin embargo, deben incluir cierta información básica como la siguiente:

1. El número de la unidad.
2. El número del equipo.
3. Una breve descripción de la parte del equipo.

4. Una lista de las categorías de mantenimiento preventivo tales como:
 - a. Inspecciones
 - b. Ajustes
 - c. Servicios
 - d. Partes de repuesto
 - e. Reparaciones menores
 - f. Reparaciones mayores
 - g. Reparaciones completas
5. Bajo cada una de las categorías antes mencionadas, deberá especificarse la tarea de mantenimiento preventivo que deberá realizarse.
6. Por cada tarea asignada a cada categoría deberán incluirse los siguientes datos:
 - a. Frecuencia de ejecución.
 - b. Si se quiere que el equipo quede fuera de servicio.
 - c. Si queda fuera de servicio, si la producción se afecta seriamente.
 - d. Si el trabajo debe ser ejecutado por el personal de operación, personal de mantenimiento, o por contratistas.

Una vez que el programa de mantenimiento preventivo este establecido y funcionando se le debe de sujetar a una crítica continua de selección. Es imposible al iniciar un programa de mantenimiento preventivo que las tareas frecuencias seleccionadas sean las que verdaderamente se requieren. Además hay otros factores a considerar, aumento en la edad del equipo, cambios en su

uso, modificaciones, que requieren cambios en el contenido del programa de mantenimiento preventivo.

Un método efectivo de asegurarse si la frecuencia de ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo son las adecuadas es la revisión individual de la historia de los equipos. Si hay muy poco o nada de reparaciones de mantenimiento registrado, lo más probable es que la frecuencia sea demasiada. Si la frecuencia de los trabajos de reparaciones es de 20% o más de todos los trabajos ejecutados, entonces debe hacerse mayor.

4. PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1. Determinación de un plan global

Una vez recibidas las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo, más las listas de revisión del ingeniero de mantenimiento, el planeador formula un análisis detallado de trabajo dividiéndolo en los pasos básicos de acuerdo a las especialidades, determinando los requerimientos de partes de materiales y equipos pesados necesarios, estimando la mano de obra requerida y evaluando los costos del trabajo en lo que se refiere a mano de obra directa y materiales.

Si el trabajo de mantenimiento preventivo va a cargarse a una orden de trabajo permanente, el coordinador la revisa en compañía del programador y coloca el número de la orden de trabajo permanente en la orden de mantenimiento preventivo y se la entrega con la lista de revisión al programador.

El programador le asigna un número a la orden de trabajo de mantenimiento preventivo y anota el número de cada orden en el registro de órdenes de trabajo.

El programador determina el número de copias requerido de las órdenes de mantenimiento preventivo de acuerdo al código de frecuencia; por ejemplo: semanal, mensual, trimestral, semestral, etc. las reproduce y las archiva en secuencia del número de la orden, juntamente con las listas de revisión.

Una vez a la semana de preferencia los jueves, saca las copias de los archivos de órdenes de mantenimiento preventivo que deben ser llevadas a cabo la siguiente semana, y las coloca en su caja de programación.

Se programan las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo para la siguiente semana. El único trabajo que tiene preferencia sobre las órdenes de mantenimiento preventivo es el de emergencia. “El trabajo de mantenimiento preventivo nunca debe posponerse”.

Una vez que el trabajo de mantenimiento se hizo de acuerdo a lo establecido en la orden, el supervisor del área obtiene las firmas de aprobación correspondientes, la firma y la regresa al programador.

El programador cierra la orden de acuerdo a los procedimientos establecidos y anota la fecha de terminación en la hoja maestra del programa anual de mantenimiento preventivo para referencias futuras.

4.2. Decidir que partes deberán incluirse en el programa de mantenimiento preventivo

- a. Equipos cuyas fallas pueden poner en peligro la seguridad de los trabajadores.
- b. Equipos críticos para producción, cuyas fallas originarían mayores daños en el mismo.
- c. Equipos críticos para producción, cuyas fallas pueden originar serias pérdidas en la producción.
- d. Otros factores a considerar
 - Si el costo de tiempo de paros y el costo de reparaciones es mayor que el costo de mantenimiento preventivo, hay que intensificar el uso de mantenimiento preventivo.
 - Si el costo de mantenimiento preventivo es mayor que el costo de reposición, en el equipo no crítico, entonces hay que quitar ese

equipo de mantenimiento preventivo y esperar a que falle para repararlo o cambiarlo.

- Si la vida normal del equipo sin mantenimiento preventivo es más larga que las necesidades de producción, quitar este equipo de mantenimiento preventivo.
- Si se dispone de equipo de repuesto instalado o de capacidad de producción excedente en caso de fallas, el criterio a aplicar en mantenimiento preventivo será sobre la base del daño que se pueda originar por las fallas a otros equipos o por un costo elevado de mantenimiento de descompostura.

4.3. Desarrollo de un sistema de codificación de partes del equipo y archivos históricos para cada uno

- a. Un sistema de codificación de equipos, se puede incluir:
 - i. Tipo de equipo
 - ii. Características
 - iii. Un número individual de identificación
 - iv. Relación del equipo con la unidad completa
- b. Numerar físicamente cada parte del equipo seleccionado para el programa de mantenimiento preventivo.
- c. Facilitar carpetas numeradas para los archivos de cada parte del equipo, listas de partes de repuestos, recomendaciones del fabricante, lista de inspección, información de costos, correspondencia, copias firmadas de órdenes de trabajo anteriores terminadas.

El archivo de la historia del equipo se convierte en la puerta de información técnica para usarla en el análisis del programa de mantenimiento preventivo.

El análisis apoyará a mantenimiento en:

- Reducción o aumento en el nivel de mantenimiento.
- Ajustes en la frecuencia del trabajo de mantenimiento preventivo.
- Identificación de las operaciones repetitivas o de alto costo.
- Mejoramiento básico en reducir los costos de mantenimiento.
- Mejoramiento en las decisiones de compras.
- Planeación del capital para la compra de equipo de repuesto.

La información incluida en los expedientes de mantenimiento de equipos es utilizada en combinación con los diversos reportes preparados por contabilidad y procesamiento de datos.

4.4. Establecimiento de índices de equipo idéntico

Establecer los datos básicos para estudios de estandarización del trabajo de mantenimiento preventivo y el sumario de los diferentes tipos de equipo para analizar los requerimientos de las partes de repuesto es lo que se analiza en esta sección.

4.5. Determinación del programa y el trabajo de mantenimiento preventivo que debe hacerse en cada parte del equipo

➤ Conjunto de quemador

- Chequeo de funcionamiento

Semanalmente se deben revisar cuidadosamente las líneas de combustible a efecto de corregir cualquier fuga que pudiera existir en cualquiera de ellas, si fuera necesario reemplazar alguna pieza, comunicárselo al encargado de mantenimiento. Se debe verificar que la presión del combustible oscile entre 35 a 50 PSI y la temperatura del combustible sea 70 °C. Si tanto la temperatura como la presión no son las ideales se procederá a reemplazarlas de inmediato.

- Boquillas

Mensualmente se debe desmontar la boquilla y desarmarla cuidadosamente para limpiar el filtro, la pieza giratoria y el orificio de salida con diesel o tiner. Debe tenerse el cuidado de no limpiar el orificio con objetos metálicos para evitar dañarlo, además, cuando exista mas de una boquilla se debe asegurar de no cambiarlas de posición porque pueden ser de diferente capacidad.

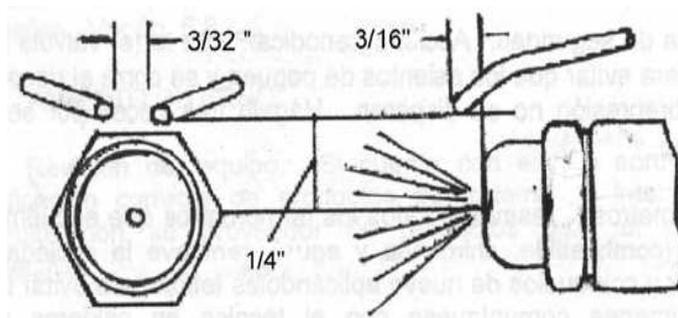
- Cuerpo del quemador

Mensualmente se debe utilizar un pedazo de trapo humedecido con diesel o tiner para hacer la limpieza en todas sus partes, para esto se debe desarmar cuidadosamente, luego se deben secar con un pedazo de trapo limpio y seco, a manera de eliminarle todos los residuos que resulten de la limpieza.

- o Electrodo de ignición

Mensualmente se deben desmontar con cuidado para evitar que se quiebre el aislante, luego se deben limpiar con lija fina y se deben colocar de acuerdo con figura de abajo. Es necesario observar que se mantengan apretadas las terminales de los cables de encendido y que la porcelana del electrodo no esté dañada, en tal caso proceder a reemplazarlo.

Figura 04 Detalle de electrodos



Fuente: Manual de operación de calderas CB

- o Aislantes de electrodos de ignición

Trimestralmente se debe revisar el estado de las porcelanas, se deben cambiar si se encuentran rajadas pues podría provocar que la chispa se fugue por las rajaduras.

- o Cables de ignición

Mensualmente se debe comprobar el estado de los cables de ignición con un medidor de continuidad, si en caso estuviesen abiertos se deben cambiar por otros nuevos y observar que las terminales hagan buen contacto tanto en los electrodos como en el transformador de ignición, en caso contrario deben sustituirlas por nuevas por nuevas.

- Piloto de gas

Trimestralmente se debe observar que no existan fugas en la línea de conducción y limpiar la salida con un pedazo de trapo limpio y seco, se debe comprobar que la presión del gas sea la correcta, varía entre 15 y 25 PSI, esta presión se lee en el manómetro que se encuentra en la línea de conducción, entre el regulador de gas de caldera y el quemador, de no ser así, se debe ajustar el regulador antes mencionado hasta que la presión se encuentre dentro del rango indicado.

- Foto- Celda

Mensualmente se debe limpiar con un pedazo de trapo (wipe) completamente seco al igual que el conducto en donde va colocada. Se deben realizar pruebas para determinar el buen funcionamiento de la misma. Para esto se debe poner la caldera en funcionamiento y cuando este trabajando normal, es decir, cuando la llama se encuentre estabilizada, se debe desmontar la foto-celda y taparla con la mano, en ese momento la caldera desconectará todo el sistema eléctrico por falla de llama. Si no lo hiciera, se deben revisar las conexiones y cables de la foto-celda al quemador y si es necesario se debe cambiar la foto-celda.

- Combustión

Mensualmente se debe guiar por la lectura del termómetro de la chimenea, el que tendrá que marcar una temperatura que oscile entre 200 y 250 °C. Si la temperatura excede este rango, es índice de que existe demasiado hollín debido a la mala combustión o ha llegado el momento de realizar la limpieza de mantenimiento preventivo correspondiente.

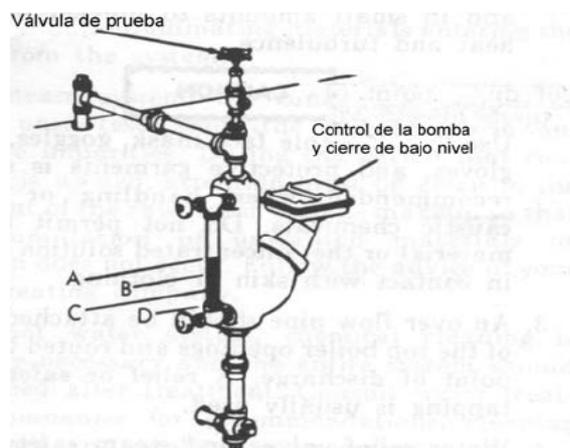
La combustión imperfecta ocasiona la acumulación de depósitos de hollín, el cual produce una disminución del 8% en la eficiencia de la caldera

semanalmente. La máxima eficiencia se consigue sopleteando frecuentemente el hollín, para este tipo de calderas se recomienda hacerlo cada dos meses si es posible, evitando plazos que excedan los seis meses, ya que no es recomendable. Además pudiera ser que en la cámara de agua se ha acumulado una capa exagerada de sarro por falta de un adecuado tratamiento de agua tanto interno como externo. En cualquiera de los casos se impide un intercambio de calor adecuado de la cámara de fuego a la cámara de agua, por lo que se debe realizar la limpieza correspondiente. Para esta operación se deben contratar los servicios de personal capacitado.

- o Control de nivel de agua

Es importante revisar mensualmente el nivel de agua para evitar que el panel de control emita una señal equivocada y se pare la caldera en este caso. Cualquier variación en las condiciones de operación del nivel de agua merecerá la intervención y se deben realizar los ajustes necesarios, como se menciona a continuación.

Figura 05 Nivel de agua de caldera



- A. Alto nivel de agua: la bomba de alimentación de agua a la caldera se apaga en este punto. Llénese inicialmente hasta esta altura.
- B. La bomba de alimentación de la caldera se prende cuando el nivel llega a este punto. La distancia A-B es aproximadamente $\frac{3}{4}$ ".
- C. Punto de cierre de bajo nivel de agua, el quemador se apaga si el nivel de agua baja a este punto.
- D. Primer punto visible de la mira de vidrio.

Fuente: Manual de operación de calderas CB

- Tubo de nivel

Mensualmente se deben revisar que no existan fugas en las tuercas del tubo, de ser así se deben ajustar las tuercas y si persisten las fugas, se deben cambiar los empaques. Si el cristal del tubo de nivel esta sucio, se debe limpiar interior como exteriormente con lija lo más fina posible, si se encuentra rajado se debe reemplazar por uno nuevo.

- Flotador

Semestralmente se debe desmontar el Mc. Donnell se debe limpiar el flote con cuidado y se debe revisar que no tenga picaduras, si existen se debe reemplazarlo por uno nuevo.

- Diafragma de flotador

Semestralmente se debe proceder de la misma forma que con el flotador y si estuviera picado o roto se debe reemplazar por uno nuevo. No se debe olvidar que antes de colocarlo en el cuerpo del Mc. Donnell se debe limpiar las caras y colocar un empaque de asbesto grafitado.

- Purga

Se deben realizar las purgas recomendadas por el proveedor de productos químicos, en caso contrario se deben realizar de la manera siguiente. Al inicio de la jornada, cuando la caldera alcance la primera carga de vapor, se debe abrir la válvula de purga del tubo de nivel, luego se debe abrir la válvula de purga del Mc. Donnell. En el momento de que la bomba de agua empiece a funcionar se debe cerrar, se debe esperar que se restablezca el nivel de agua y proceder de la misma forma con las válvulas de purga de superficie y de fondo, luego se debe abrir la válvula principal de vapor para proporcionarlo a los servicios que lo requieran. Durante la jornada, repetir la operación dos veces

mas, procurando que la última sea al final de la jornada y que la caldera no trabaje más ese día.

➤ **Línea y bomba de alimentación de agua**

○ Cebado

Las bombas centrífugas casi nunca deben arrancarse sino hasta que estén bien cebadas, es decir, hasta que se han llenado con el líquido bombeado y se ha escapado todo el aire. Esta operación se debe realizar cada tres meses.

○ Temperatura de cojinetes

Se debe comprobar semestralmente la temperatura de los cojinetes del motor de la bomba, para esto, se debe poner la mano en la parte donde van instalados los cojinetes con la bomba en funcionamiento. Si se soporta mantener la mano más de 10 segundos por la alta temperatura, se debe investigar la causa del calentamiento. Puede ser que tengan exceso de grasa, estén faltos de ella o requieran remplazo. Si la temperatura es inferior a los 180 °F se debe utilizar una grasa con base de calcio cuando existe la posibilidad de contaminación por agua, cuando la temperatura sobrepasa los 180 °F , utilizar una grasa a base de sodio, pero sin olvidar que el agua las ataca, por lo que las grasas a base sodio no deben utilizarse en lugares húmedos, para tal situación se debe utilizar grasa tipo FIBRAX 280 o 235. Una buena regla general consiste en usar una grasa, cuyo aceite de base tiene una viscosidad equivalente a la que debería tener si este aceite fuera el único lubricante utilizado.

○ Lubricante de cojinetes

Al lubricar los cojinetes semestralmente se debe revisar cuidadosamente que estén completamente limpios, al ponerles grasa nueva se debe procurar que sea 1/3 del volumen entre pistas utilizando una engrasadora manual. Los

cojinetes lubricados con aceite se deben vaciar, escurrirse y rellenarse con aceite nuevo. La elección depende normalmente de consideraciones particulares sobre cada cojinete o instalación. Los factores principales que influyen en la elección entre aceite y grasa se mencionan en la tabla inferior.

Tabla V. Aceite frente a grasa

ACEITE	GRASA
Muy altas velocidades (suministrado en forma de neblina) (*)	Temperaturas moderadas.
Altas temperaturas cuando el aceite debe tener un efecto refrigerante.	Velocidades muy bajas o medianas.
Ambiente limpio.	Cuando la grasa, debido a su consistencia, ayuda a excluir las contaminaciones.
Lubricación desde un sistema circulatorio.	Cuando no se puede retener el aceite.
La instalación permite buenos sellos.	Cuando el cojinete debe lubricación poco frecuente.

(*) Para velocidades muy elevadas y temperaturas muy bajas a veces se prefiere la grasa. En algunos casos una grasa correctamente elegida formaría canal y trabajaría mejor que un aceite. Las limitaciones para uso de aceite o grasa están desapareciendo gradualmente.

Fuente: www.elprisma.com

o Prensa-Estopas

Se debe revisar mensualmente el prensa-estopas del estopero para ver que tenga movimiento libre. Se debe limpiar y aceitar los pernos y las tuercas del prensa-estopas con un lubricante anticorrosivo e inspeccionar la empaquetadura para determinar si necesita reponerse. Se deben reemplazar

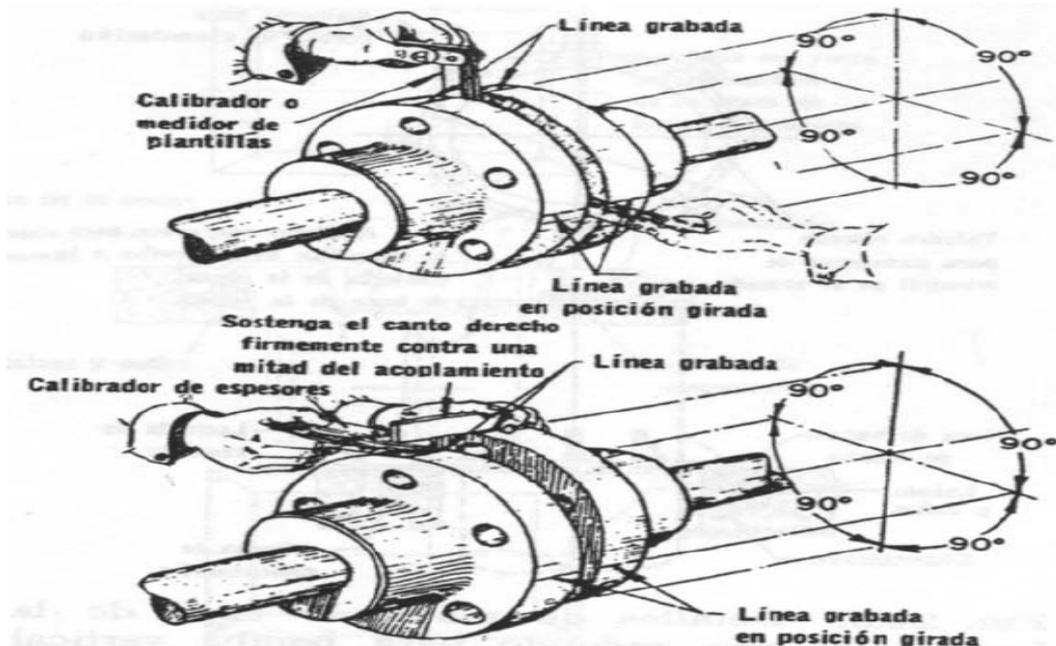
todos los anillos empleando estopa grafitada de la misma medida que se requiere, se deben ajustar los prensa-estopas y se debe poner en funcionamiento la bomba, si existen fugas, realizar un ajuste más hasta que las fugas desaparezcan, si la bomba no utiliza prensa-estopas y en lugar de ellas utiliza sello mecánico, reemplazar únicamente si presenta fugas de agua.

- Alineación

Durante la alineación de la bomba y la placa de base, se debe mantener alineamiento preciso entre los dos medios acoples desarticulados entre las flechas de la bomba y el impulsor. Antes de alinear, tanto el rotor de la bomba como el impulsor se deben girar a mano para asegurarse de que se mueven libremente.

Se debe revisar que la bomba este bien alineada con el motor cada seis meses. El acoplamiento de unión entre el rotor de la bomba y rotor de motor conductor es un empaque tipo estrella de caucho. Se debe colocar una regla rectangular a través del acoplamiento por un lado y por arriba, y, al mismo tiempo, las caras de las mitades del acoplamiento se deben verificar con un calibrador de hojas. Para evitar cualquier tipo de accidente, antes de iniciar, verificar que el interruptor de corriente permanezca en posición de apagado.

Figura 06 Alineación de bomba y motor en el sistema de agua



Fuente: Manual de operación de calderas CB

- Impulsor

Anualmente se deben quitar los tornillos de las tapaderas de la bomba, limpiar y revisar su interior, si la turbina esta desgastada, investigar el motivo, pudiendo necesitar cambio de bushing, cojinetes o turbina, al cerrar la bomba se debe asegurar de cambiar empaque para evitar que se produzca alguna fuga en la misma.

- Accesorios de tubería

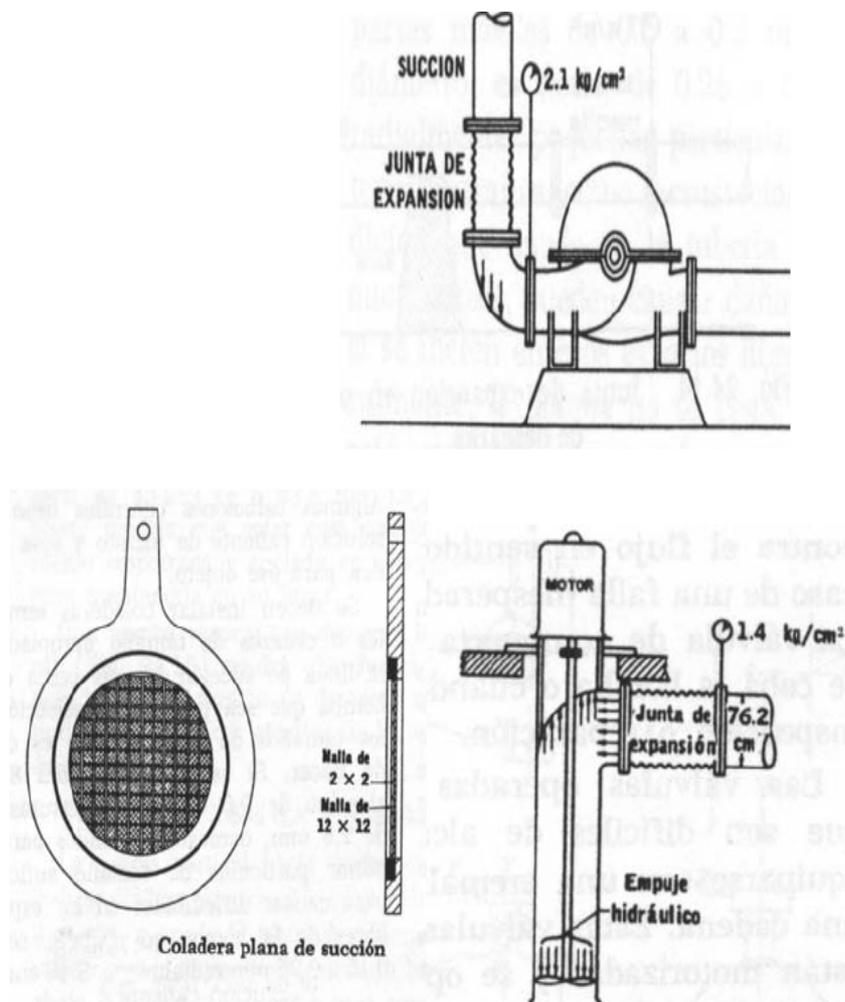
Mensualmente se debe verificar que no existan fugas a lo largo de la línea de alimentación de agua, desde la bomba de abastecimiento hasta la entrada a la caldera. Si existieran se deben corregir y si fuera necesario se debe cambiar el accesorio dañado. Si las válvulas de compuerta y globo

presentan fugas en el vástago se debe ajustar la tuerca del prensa-estopas, si persiste la fuga, proceder a cambiar la estopa o si es necesario se debe cambiar la válvula.

A las válvulas de retención o cheque se les debe quitar la tapadera para revisar la compuerta oscilante, se debe remover la suciedad que tenga, si el agua se regresa de la caldera a la bomba cuando aquella tiene presión de vapor, cambiar las válvulas por nuevas. Si dentro de la línea de alimentación se utiliza algún tipo de junta de expansión se debe verificar que estén instaladas en el lugar correcto para evitar problemas de esfuerzos en la tubería.

Se debe revisar que las anclas, soportes colgantes y tornillos permanezcan en su lugar y que no estén rotos, flojos o deteriorados, de no ser así, corregir su posición. Además se deben revisar las coladeras de succión y observar si existe algún tipo de materia extraña o partículas pequeñas, se debe limpiar cuidadosamente la coladera de succión, ya que puede atascarse la bomba y reducir su capacidad o taparla completamente evitando que bombee. Las pequeñas partículas pueden causar serios daños acumulándose en espacios libres de juntas móviles, por esta razón es importante el uso de coladeras de succión.

Figura 07 Accesorios de tubería de alimentación de agua, juntas, anclajes y coladeras



Fuente: Manual de operación de calderas CB

➤ **Cuerpo de la caldera**

- Limpieza del lado de agua

Esta operación se debe realizar semestralmente y con la caldera apagada y completamente fría, proceder a quitar las tortugas o tapas, se debe

la inspección respectiva y lave con agua a presión, conectando una manguera a la bomba de alimentación o por algún otro medio con suficiente presión para poder limpiar, tratando de evacuar todos los sólidos, lodos, incrustaciones, sedimentos, partículas sólidas, etc.; que contenga.

Los sedimentos descienden al domo de lodos o a un anillo colector, pueden ser eliminados por medio de la purga periódica. Si se vuelven pastosos, son expulsados por lavado con la ayuda de manguera y agua a alta presión durante períodos de parada, de otra manera tendrán que ser sacados a pedazos.

Las incrustaciones que se forman en las superficies en contacto con el fuego, es mucho más difícil quitarse. Si la incrustación se encuentra en la superficie exterior de los tubos, la caldera puede ser calentada cuidadosamente estando vacía, rociando después los tubos con agua fría. La incrustación que se encuentra dentro de los tubos, se debe desprender por rimado (rasqueteado) con equipo especial.

Se deben limpiar los registros y las tortugas o tapas colocándoles empaques nuevos y asegurándose que todas las tortugas queden centradas en los registros, ajustándolas adecuadamente para evitar cualquier fuga. Se debe proceder a llenar la caldera verificando los niveles alto y bajo de operación. Se debe contratar a personal especializado cuando dentro de la caldera se observa alguna falla en la cual el encargado no posee los conocimientos completos para corregirla.

- Limpieza del lado de fuego

Para esta operación, contratar semestralmente a una empresa ajena a la empresa, el personal encargado debe realizar la limpieza e informar al

encargado de mantenimiento las observaciones que se considere necesarias para el buen funcionamiento de la caldera.

- Fugas en los tubos

Si la caldera presenta indicios de fugas en las bocas de los tubos (mancha de óxido en las mismas), se debe llamar inmediatamente al técnico en calderas, éste debe contar con el equipo indispensable para realizar las pruebas y reparaciones que sean necesarias al respecto.

- Material refractario

Se debe revisar semestralmente que el refractario de las puertas y tapaderas este en buen estado. Si presentan grietas, proceder a biselearlas profundamente a todo lo largo, se deben de rellenar del material respectivo (concreto o cemento refractario). No se debe utilizar cemento corriente pues se estalla por la acción directa de la llama y gases de la combustión.

- Empaques

Cada vez que se abra la caldera, antes de cerrarla se debe proceder a cambiar todos los empaques por nuevos.

- Pernos y tuercas

Antes de cerrar la caldera después de la limpieza semestral se debe aplicar grafito u otro agente protector para evitar que se sellen y peguen por las altas temperaturas a las que son sometidos.

- Fugas de agua, vapor y gases de combustión

Al poner en funcionamiento la caldera después de realizada la limpieza semestral, se debe asegurar de que no existan fugas de ninguna clase en las puertas y tortugas, si hubieran se deben corregir de inmediato.

➤ **Sistema de combustible**

○ Línea de alimentación

Mensualmente se debe observar que no existan fugas a lo largo de toda la línea desde el tanque principal hasta el quemador, si existieran se deben corregir de inmediato, ajustando conexiones, cambiando empaques, tubos o accesorios según se requiera. Se debe observar que no existan tramos de tubería sin aislante térmico ya que esto puede ocasionar quemaduras a operarios y alta temperatura en el ambiente de trabajo.

○ Nivel de tanque principal

Se debe revisar diariamente el nivel del tanque principal de combustible y compárelo con las horas que estuvo funcionando la caldera, esto para llevar el control aproximado de galones consumidos y así poder determinar la fecha para realizar el requerimiento de combustible.

Para esta operación, proceder al desenroscar el tapón del tanque principal, luego por medio del medidor de nivel, se debe medir el nivel de combustible y se debe anotar en la libreta de control.

○ Nivel de tanque de diario

El llenado del tanque de diario es controlado por medio de un interruptor eléctrico, que se activa cada vez que se requiera, se debe tener previsión de que el abastecimiento no sobrepase la capacidad máxima del tanque para evitar un derrame del combustible. Una luz roja indica que el tanque se está llenando, esta operación se debe realizar al final de cada jornada, aproximadamente éste se llena en 25 minutos.

- Filtro de línea de alimentación

Semestralmente se debe desmontar cuidadosamente cada filtro que encuentre a lo largo de la línea de alimentación y se debe remover la suciedad que tenga la malla, para esto, utilizar diesel o cualquier otro agente limpiador, luego se deben colocar de nuevo en su lugar respectivo asegurándose que no queden fugas.

- Fajas de transmisión

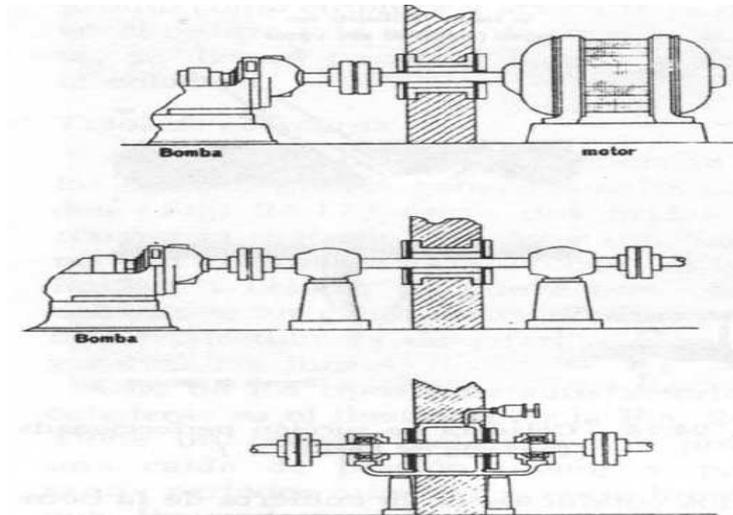
Semestralmente se debe observar que las fajas de la bomba de alimentación, o de recirculación de combustible, tengan la tensión adecuada la que no debe exceder 1 1/4 de pulgada con una presión de 10 libras.

Para comprobar la tensión se debe presionar manualmente la faja, si excede la tensión indicada, observar si la bomba y el motor cuentan con tornillos de ajuste a la base, desenroscar un poco estos tornillos y ajustar la tensión de la faja y se deben roscar nuevamente los tornillos teniendo cuidado de no desalinear el acoplamiento bomba-motor. Si la faja estuviera deteriorada o su vida útil ha terminado se cambiar por una nueva.

- Alineación

Anualmente se debe verificar la alineación bomba-motor, si hubiera desalineación, corregir ajustando los tornillos de sujeción a la base, ya sea del motor, la bomba o ambos a la vez.

Figura 08 Alineación bomba-motor en el sistema de combustible



Fuente: Manual de operación de calderas CB

- Bomba de alimentación del tanque principal al tanque de diario

Anualmente se debe realizar la alineación, ajuste y revisión de la faja de acuerdo a las observaciones indicadas anteriormente.

- Válvulas solenoides

Mensualmente se debe desmontar la bobina y con pinzas curvas para seguros, desenroscar la tapadera del vástago, (en algunos tipos de válvulas son tornillos utilizados para el efecto), teniendo cuidado de no perder ninguna pieza. Se debe remover toda la suciedad y proceder a armarla de nuevo, al cerrarla se debe comprobar que funcione correctamente.

Figura 09 Válvulas solenoides



Fuente: www.elprisma.com

- Malla de ventilador

Semestralmente se debe observar que no exista acumulación de mota u otra suciedad que impida el correcto acceso de aire a la combustión, si existiera, limpiar con brocha y solvente. Recordar que todas estas acciones se deben realizar con el equipo fuera de servicio.

- Lubricación del motor ventilador

Semestralmente se debe proceder a lubricar el motor de acuerdo con las indicaciones del manual del fabricante, si carece del, se debe aplicar grasa grafitada, para ello, utilizar una engrasadora manual.

- Temperatura de cojinetes

Semestralmente se debe proceder de la misma forma indicada anteriormente en relación a la temperatura de los cojinetes.

- Vibraciones en el motor y en el ventilador

Anualmente se debe observar que todos los accesorios utilizados para reducir la vibración del motor y ventilador, tales como soportes, tuberías, juntas de expansión, aisladores, base y cimientos, no estén deteriorados pues de ser así pueden causar que la vibración aumente, se debe tratar de ajustar todos los accesorios que se observen en mal estado y evitar así que la vibración aumente. Además determinar si la vibración se produce por operación propia de la máquina (vibración positiva) o esta es provocada por fuentes externas hacia la planta (vibración negativa) y se deben corregir según sea el caso.

Existen muchas técnicas para reducir las vibraciones las más recomendables son utilizar medios aislantes o amortiguación, balanceo y alineamiento, variación de las velocidades, aumentar la dimensión de la cimentación, utilización de hules, cojinetes. Se debe aplicar la técnica que se considere mejor, según los requerimientos y las condiciones de operación de los equipos.

➤ **Tanque de condensados**

- Filtro de válvula de entrada de agua al tanque

Semestralmente, se debe desmontar el filtro que se encuentra en el interior y se debe remover toda la suciedad por medio de agua a presión o vapor, al colocarlo de nuevo, reemplazar el empaque de la tapadera por uno nuevo de hule, aplicándole una capa de sellador para evitar cualquier fuga.

- Filtro de la descarga a la bomba de alimentación

Semestralmente se debe cerrar la válvula de compuerta que esta colocada en la descarga del tanque a la bomba, quitar el reductor y tapón macho del cuerpo del filtro, quitar la malla metálica que se encuentra en su

interior, limpiar con agua a presión o vapor, al colocarlo de nuevo se debe asegurar de ponerle teflón para un buen sellado.

- Limpieza del tanque

Esta operación se debe realizar semestralmente con el equipo apagado, abrir la válvula correspondiente para proceder a vaciar el tanque.

Se debe desmontar la tortuga y el flotador, por el tipo de instalación se hace necesario desacoplar una línea de vapor, por lo cual se recomienda tomar las medidas de seguridad (equipo de protección personal) para evitar quemaduras.

Se debe limpiar el interior con agua a presión y cepillo de alambre eliminando todo el óxido e impurezas observadas, por la poca iluminación existente, utilizar una lámpara para poder observar el interior del tanque. Al colocar el flotador se debe limpiar las caras respectivas y se debe fabricar un empaque de asbesto, aplicar una película de permatex para asegurar un sellado perfecto.

- Sistemas de tratamiento de agua

Una empresa ajena a la empresa debe prestar este servicio, el encargado de mantenimiento es el responsable de seguir las indicaciones que señale el ingeniero químico de la empresa.

- Sistema eléctrico

- Revisión de terminales

Trimestralmente se debe observar de que las conexiones en las terminales estén bien atornilladas, si se observa alguna desatornillada, proceder a atornillarla y se debe observar que el panel de control funcione perfectamente.

Se debe recordar que una mala conexión o una terminal suelta puede provocar un cortocircuito y en casos especiales un incendio.

- Limpieza de platinos

Anualmente a los platinos de los conectores que se encuentran en el panel de control, se les debe pasar suavemente un pedazo de lija fina y se les debe aplicar líquido limpiador de platinos tratando de no dañar ningún mecanismo.

- Limpieza del control programador

Trimestralmente se debe desmontar cuidadosamente el programador y revisar que todas las terminales estén bien apretadas y limpias. Para la limpieza de los platinos del temporizador del programador, frotar suavemente con un pedazo de trapo y se les debe de aplicar líquido limpiador de platinos, al colocar el control programador, se debe asegurar de que quede bien sujeto para evitar falsos contactos y un mal funcionamiento de la caldera.

Por tratarse de un equipo electrónico generalmente cuando se trata de fallos de tipo electrónicos, se debe contratar a una persona especializada para reparar la falla, pues se trata del cerebro de la caldera.

- Control de presión de vapor

Trimestralmente se debe desmontar la tapa transparente y se debe limpiar el interior con una brocha, observar de que la cápsula de mercurio no este dañada (rajada), si lo esta, cambiar por una nueva. En algunas ocasiones la cápsula de mercurio suele trabarse y emitir una mala señal, se debe observar de que no este trabada la cápsula.

- o Termostatos

Trimestralmente se debe quitar la tapa y limpiar el interior teniendo cuidado de no dañarlo. Se debe ajustar si es necesario a la temperatura requerida para una buena atomización del combustible en la boquilla.

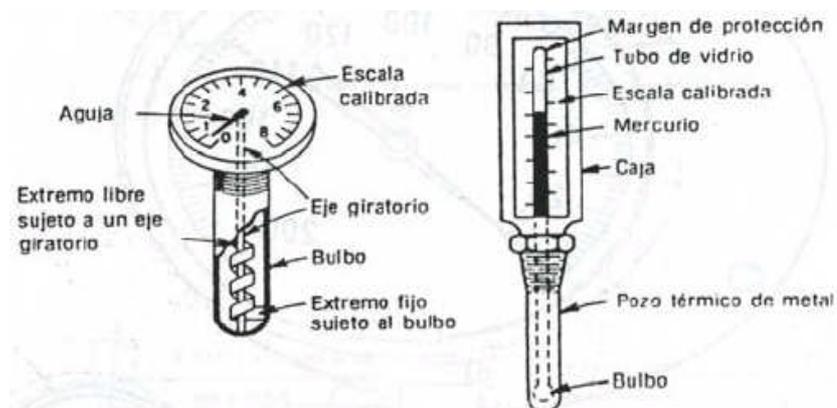
- o Válvula de seguridad

Se deben accionar periódicamente las válvulas de seguridad para evitar que los asentamientos se peguen y se corra el riesgo de por una sobre presión se disparen. Se debe hacer por lo menos unas tres veces por semana.

- o Termómetros

Anualmente se deben desmontar todos los termómetros que se encuentren en el sistema, (combustible, chimenea y agua), remover la suciedad del bulbo sensor y se deben colocar de nuevo, si fuera necesario y para evitar fugas se les debe aplicar teflón. Para la chimenea, consultar con el técnico encargado para que haga las pruebas correspondientes con un termómetro patrón.

Figura 10 Termómetro

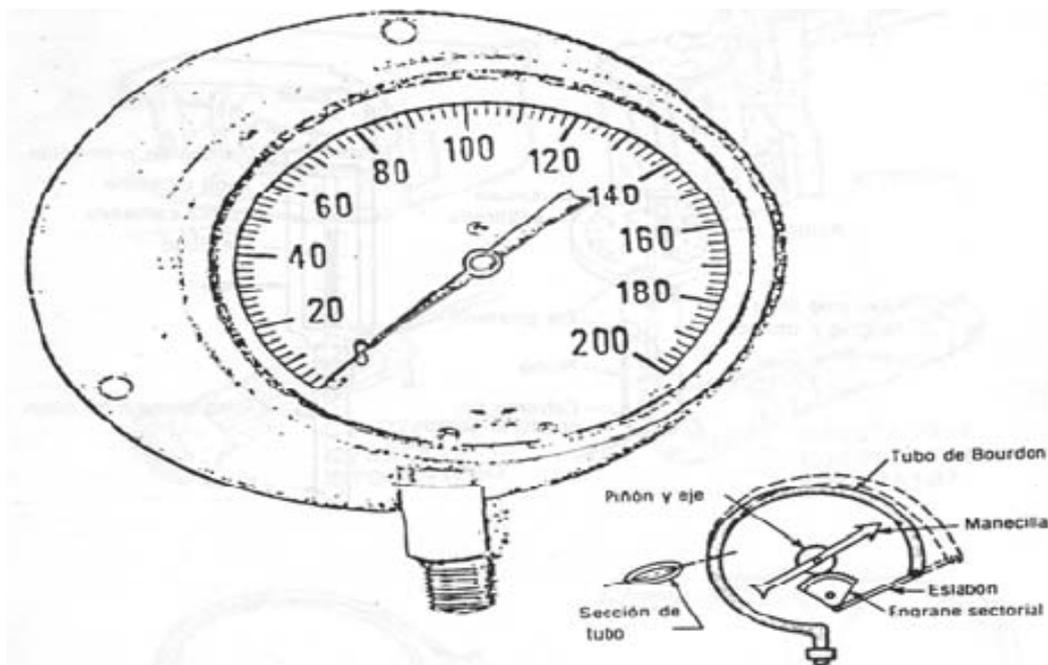


Fuente: Manual de operación de calderas CB

- Manómetros

Se debe revisar anualmente que las lecturas que proporciona sean las esperadas según las condiciones de operación, la mayoría de manómetros fallan por desperfectos mecánicos, normalmente la manecilla y el engrane suelen desalinearse y por consiguiente dar una señal equívoca, el mantenimiento se los proporciona Fabrigas.

Figura 11 Manómetro



Fuente: Manual de operación de calderas CB

- Válvulas en general

Mensualmente se debe observar que no existan fugas en los vástagos de las válvulas de compuerta, de globo, de retención y otras si hubiera. Si existe, ajustar adecuadamente el prensaestopas, se debe cambiar la estopa si esta ya no sirve y en caso necesario, reemplazar la válvula por una nueva. Cuando se

reemplace una válvula se debe verificar que esta sea del diámetro, presión, uso y aplicación requeridos.

Figura 12 Válvulas



Fuente: www.elprisma.com

- Trampas de vapor del precalentador

Semestralmente se debe destapar y se debe remover toda la suciedad que tenga, teniendo cuidado de no dañarla. Cuando se le coloque la tapa, reemplazar por un empaque nuevo el anterior y se debe aplicar una capa de permatex para asegurar un buen sellado.

- Chimenea

Anualmente con la caldera apagada se debe proceder a limpiar hasta donde sea posible el interior de la chimenea, esto con el objeto de evitar acumulación de hollín. Se debe revisar que no existan filtraciones de agua, si las hay, corregir de inmediato. Recordar también revisar que no existan fugas de aire, ya que esta chimenea utiliza este aire disponible como fuente de tiro natural. La chimenea está fabricada de acero y de no pintarse con gran esmero, puede ser corroída por la acción del aire y de la atmósfera. Igualmente si no se reviste es corroída por la acción de los gases quemados.

Por estas razones se recomienda revisar el interior de la chimenea y confirmar que el estado del recubrimiento y de la pintura se encuentre en óptimas condiciones, en caso contrario comunicarse con el personal especializado para proceder a realizar los trabajos necesarios.

- Pintura y limpieza

Semestralmente se debe revisar que la pintura en las paredes de la caldera no este deteriorada, si existe algún daño debe corregirse. Cada seis meses se debe pintar las paredes del cuarto de calderas. Cada encargado de mantenimiento lleva un control diario de la limpieza en el cuarto de calderas, existe un encargado de realizar la limpieza y debe realizarla de acuerdo con los lineamientos referentes a las normas de seguridad e higiene de la empresa.

- Iluminación y ventilación

Por carecer de una buena iluminación se realizó un análisis del sistema de iluminación defectuoso y se propone una distribución de seis luminarias de cuatro lámparas de neón de 1.20m. Además se sugiere el uso de linternas cuando las condiciones de trabajo así lo requieran, todo lo anterior con el objetivo de ahorrar energía y costos de mantenimiento.

4.6. Programación del trabajo de mantenimiento preventivo

- a. Las funciones planeadas deberán planearse de la misma manera que se programó el trabajo normal de mantenimiento.
 - i. Ordenes de trabajo de mantenimiento preventivo escritas para un año completo.
 - ii. Emisión de las órdenes de trabajo del día anterior a que se deba hacer el trabajo.

- b. Planeación debe coordinar su programa con producción.
- c. El programa anual puede ser escrito para aquellos trabajos de frecuente repetición.

4.7. Supervisión de trabajo de mantenimiento preventivo

- a. Inspecciones del operador para encontrar:
 - i. Operaciones anormales
 - ii. Ruidos fuera de lo común
 - iii. Fugas de aceite
 - iv. Fugas de vapor, agua o aire
 - v. Producción echada a perder
- b. Lubricación del operador, anotando las condiciones anormales de lubricación.
- c. Inspecciones de mantenimiento buscando:
 - i. Operaciones anormales
 - ii. Vibraciones
 - iii. Sonidos anormales
 - iv. Partes gastadas o rotas
 - v. Fugas de aceite
 - vi. Fugas de vapor, de agua o de aire
 - vii. Limpieza en el área

- d. Lubricación de mantenimiento buscando:
 - i. Consumos excesivos
 - ii. Condiciones anormales de lubricación
- e. Ajustes de mantenimiento, tales como velocidades, tensiones voltaje, ciclos, etc.
- f. Reparaciones de mantenimiento buscando:
 - i. Reparaciones menores hechas en el tiempo programado para mantenimiento preventivo.
 - ii. Reparaciones mayores, programadas para tiempos posteriores, tales como paros.
- g. Reposición de partes, hecha en tiempos predeterminados para evitar roturas.
- h. Reparaciones completas periódicas, hechas en el programa de paros de equipo.

4.8. Acumulación de datos y preparación de reportes

La acumulación de datos es el primer paso para un programa satisfactorio de mantenimiento preventivo. Aunque pueda requerirse información especial en facetas peculiares de algunos programas, los siguientes datos deben de acumularse en un nivel muy general:

1. Período de tiempo, generalmente en horas, que una unidad ha estado en operación.
2. Período de tiempo, generalmente en horas, necesario para corregir las fallas.

3. Descripción detallada del trabajo efectuado en la unidad durante un paro y tiempo requerido para cada actividad.
4. Período de tiempo, generalmente en horas, que desde que ocurrió la falla hasta que el grupo de mantenimiento empezó a trabajar.
5. Tiempo total de espera para la entrega de partes, herramientas, equipos o trabajos especializados, siempre y cuando durante este tiempo no se haga ningún trabajo.

4.9. Stock de repuestos y materiales

Es importante que se cuente con un stock de repuestos dentro de la empresa ya que por medio de él se tendrá un mejor control de las piezas que son continuamente cambiadas y tener en existencia el mayor número posible de éstas piezas, para evitar paros más allá de lo estipulado por no tener en bodega los repuestos necesarios a la hora de una falla inminente.

5. ASPECTOS A CONSIDERAR PARA EL MEJORAMIENTO

5.1. Guías para rutinas de mantenimiento

Con el objeto de llevar un mejor control se debe incluir en un libro de anotaciones un informe de rutina en el cual debe mencionar: el tipo de rutina marcando con una X sobre la letra que corresponda (Diaria D, Semanal S, Mensual M, Trimestral T, Semestral St y Anual A), una descripción breve de la rutina (cambios y observaciones, material utilizado), por último el tiempo que utilizó para realizarla en minutos, el turno (Noche N, Tarde T y Día D) la fecha correspondiente y por último el nombre y firma del encargado. La figura muestra este tipo de informe.

Figura 13 Informe de rutina

RUTINAS DE MANTENIMIENTO	Diaria D Semanal S Mensual M Trimestral T Semestral St Anual A		
DESCRIPCIÓN DE LA RUTINA			
TIEMPO, TURNO Y FECHA	Tiempo _____	Utilizado: T	Turno: Noche N Día D Tarde Fecha:
REALIZADO POR	Nombre del encargado: _____		Firma: _____

Fuente: propia

5.1.1. Semanales

A continuación se mencionan todas las rutinas que deben programarse semanalmente en el cuarto de calderas de la empresa, queda a criterio del encargado de mantenimiento programar varias rutinas en un día. En una ficha de control indique con detalle lo realizado en cada rutina y el tiempo que le tomó realizarla.

- Niveles de operación en el control del nivel de agua
- Válvula de purga del nivel de agua
- Revisión de la línea de alimentación de combustible
- Limpieza de conductos de combustible (mangueras flexibles)
- Filtros de la línea de alimentación de combustible
- Limpieza del tanque principal de agua
- Revisar secuencia de operación del sistema de distribución de agua
- Revisar el funcionamiento de bombas y motores para distribución de agua
- Fugas en el tanque de condensados

5.1.2. Mensuales

La programación de un departamento de mantenimiento es vital para el desarrollo de la labor que se ejecuta, puesto que ella es la encargada de la ejecución del programa de mantenimiento y dependiendo si la labor del programador es eficiente o no, así serán los resultados obtenidos con este programa.

En las rutinas mensuales al igual que en las semanales deben establecerse día, hora, tiempo estimado y encargado de realizar la rutina de mantenimiento. Las abajo citadas son las rutinas de mantenimiento mensuales para el cuarto de calderas de la empresa en estudio.

- Revisión de boquillas del quemador
- Chequeo del quemador
- Combustión en el quemador
- Fugas de agua, vapor y gases de combustión
- Electrodo de ignición
- Fococelda
- Aisladores de electrodo de ignición
- Cables de ignición
- Tubo de nivel de agua
- Revisión del prensaestopas
- Accesorios de tubería
- Limpieza del ventilador
- Cápsulas de mercurio del Mc. Donnell
- Válvulas en general
- Empaques y sellado hermético en el tanque de condensados
- Bridas y uniones en el sistema de tubería y accesorios tanque de condensados

- Revisión del nivel de combustible en el tanque principal y tanque de diario
- Revisión del porcentaje de gas existente en el tanque
- Revisión de empaques de bomba de alimentación de agua a la caldera
- Revisar iluminación en el cuarto de calderas

5.1.3. Trimestrales

Conseguir la realización de la tarea o rutina en el tiempo mas corto y con la mano de obra disponible, es el objetivo principal. El número de operarios de mantenimiento dependerá del tamaño de la planta. Al igual que todas las rutinas anteriores deben programarse el día, hora, tiempo estimado y encargado para la rutina. Las rutinas trimestrales para el cuarto de calderas se mencionan a continuación.

- Limpieza del cuerpo del quemador
- Revisión del piloto de gas
- Revisión de terminales en el sistema eléctrico
- Limpieza en el control programador
- Control de presión de vapor
- Revisión de termostatos
- Válvula de seguridad
- Aisladores de electrodos de ignición
- Control en el cebado de bombas

- Anclajes, juntas y cimentación de las bombas de alimentación de agua, distribución de combustible y alimentación a la caldera

5.1.4. Semestrales

De igual forma que todas las rutinas anteriores, las rutinas semestrales también deben establecerse y programar el día, hora, el tiempo estimado para realizar el trabajo y el encargado de realizarlo. La lista siguiente menciona las diferentes rutinas semestrales establecidas.

- Temperatura de cojinetes de las bombas del sistema de alimentación de agua
- Lubricación de cojinetes de bombas de agua
- Limpieza interior de la caldera del lado de agua
- Limpieza interior de la caldera del lado de fuego
- Conexiones de la línea de alimentación
- Revisión del material refractario
- Revisión de empaques en el cuerpo de la caldera
- Revisión de pernos y tuercas de puertas de la caldera
- Fajas de transmisión en el sistema de combustible
- Alineación de motor y bomba del sistema de agua
- Limpieza del tanque de condensados
- Chequeo de válvulas solenoide
- Lubricación del motor ventilador

- Chequeo de temperatura de cojinetes en el sistema de aire
- Fajas de transmisión en el sistema de aire
- Filtro de válvula de flotador
- Filtro de la descarga del tanque a la bomba de alimentación
- Iluminación y ventilación
- Pintura y limpieza

5.1.5. Anuales

Las rutinas de mantenimiento anuales se mencionan a continuación.

- Limpieza del flotador del control de nivel de agua
- Chequeo del diafragma del flotador
- Revisión de columna del Mc. Donnell
- Revisión del impulsor
- Fugas en tubos de la caldera
- Alineación de motor y bomba en el sistema de combustible
- Revisión de la bomba de tanque principal a tanque de diario
- Vibración de motor y ventilador del sistema de aire
- Limpieza de platinos en el sistema eléctrico
- Revisión del aislador térmico de tubería
- Termómetros

- Manómetros
- Limpieza de chimenea
- Condiciones de seguridad en el cuarto de calderas

La programación es la determinación de cuando debe realizarse cada parte de la tarea planificada, teniendo en cuenta los récord de producción, la disponibilidad de material y mano de obra disponible, cuando la programación se lleva de acuerdo con estas definiciones, hace disponible realizar el trabajo en la menor cantidad de interferencia.

Debido al volumen de información que debe manejar el programador de un departamento de mantenimiento, esta se debe procesar de una manera ordenada y sistemática, para ello es necesario contar con la papelería adecuada con el fin de obtener una labor eficiente.

La papelería utilizada en el departamento de mantenimiento juega un papel muy importante ya que de su eficacia depende de la exactitud de la información recibida, además, es necesaria para obtener un funcionamiento y control adecuado de las labores de mantenimiento. La papelería es el resultado de un proceso de corrección continuo, en donde se realizan ajustes de acuerdo con las variaciones que sufre el departamento.

Se manejan dos tipos de papelería, es decir, dos clasificaciones.

a. De Proceso de Ejecución

b. De Control

Se manejan diariamente o en intervalos de tiempo muy cortos. Normalmente la información contenida en ellas se procesa a diario, se archivan durante un periodo de tiempo prudencial y luego se desechan.

Se debe estar consciente de que los datos allí consignados deben estar correctamente emitidos e igualmente procesados, puesto que a partir de ellos se obtendrán informes, costos y se corregirán errores. Dentro de este tipo de papelería podemos mencionar.

a.1 Órdenes de trabajo y órdenes de servicio

Son peticiones escritas de servicios para cumplir por el departamento de mantenimiento. Establecen, tanto para mantenimiento como para la dirección, la información que señala la realización de un trabajo o rutina de mantenimiento. Proporcionan los datos sobre los cuales se preparan las demandas de material, se entregan las instrucciones de trabajo individual y se hacen las asignaciones de tareas al personal y equipo.

Debido a que todo trabajo de mantenimiento, excepto las operaciones de rutina, debe programarse, es deseable poner todas las órdenes por escrito prescindiendo del volumen de la tarea. Esto permitirá una planificación y una programación apropiadas y servirá para determinar el trabajo de mantenimiento pendiente. Deberá buscarse que los datos registrados en la orden de trabajo sean específicos y de valor para la asignación de trabajo.

Se ilustran dos modelos de órdenes de trabajo una que da una información general del trabajo y otra que es bastante breve. Se utilizan en caso de emergencia en lugar de hacerlo en forma verbal. La figura muestra con detalle la forma de una orden de trabajo y la figura la forma de una orden de servicio.

Figura 14 Orden de servicio

Departamento		Sección		Código de trabajo realizado
Mantenimiento Preventivo	Daño mecánico	Daño eléctrico	D a ñ o electrónico	Otros
Nombre de la pieza		Máquina		Lugar
Descripción del servicio				
Mecánico de sección				
Supervisor				
Jefe de mantenimiento				
Jefe de diseño				
Ejecutado por		Recibido por		Fecha y hora

Fecha y Departamento		Sección		Código de trabajo	
Nombre del equipo			No. de la máquina		
Servicio solicitado					
Montaje	Lubricación	Traslado	Adaptación	Cotización	Aseo
Proyecto	Ampliación	Construcción	Instalación	Ornato	Otros
Descripción del servicio solicitado					
Solicitante					
Sección asignada	Persona responsable		Fecha de entrega programada		

Fuente: propia

a.2 Informe diario de mantenimiento

Después de ejecutadas las rutinas de mantenimiento por cada mecánico, se procede a la presentación del informe, este documento debe contener los informes que sirvan al departamento de mantenimiento en sus actividades de control y al departamento de contabilidad de costos en la distribución de gastos. Normalmente en él se debe incluir el nombre de la máquina a la cual se le practicó el mantenimiento, la sección a la que corresponde, una descripción breve del trabajo realizado y el tiempo empleado. La figura 15 muestra un ejemplo de un informe diario de mantenimiento.

b.1 Inventario de equipo

Para una planificación y programación eficaces, es necesario disponer de un registro completo del equipo al cual se le da mantenimiento. A cada unidad se le asigna un número de inventario, el cual puede grabarse sobre una placa metálica y fijarse a la unidad, o ajustarse de alguna otra manera.

b.2 Registro de equipo

Los registros de equipo son tan importantes tanto en grandes como en pequeñas plantas, estos son necesarios para el anuncio de reposiciones, cambio de piezas, repuestos, así como para la asignación de programas de inspección y de mantenimiento.

5.2. Análisis de costos después de la aplicación del plan

En esta sección se analizarán los costos de una manera subjetiva, ya que cómo éste es un modelo que se le presenta a la empresa de cómo debe de llevara cabo un buen mantenimiento preventivo, es imposible hacer cálculos en esta etapa ya que cómo se observa es únicamente una sugerencia que se le da a la institución y tomará su tiempo en llevarla a su ejecución, por tal motivo se han registrado datos de planes de mantenimiento preventivo similares al que acá se esta dando estudio y en base a promedios se ha logrado establecer que los costos se reducen en aproximadamente un 20% excepto en el rubro de mano de obra directa y sueldos de administración, una vez puesto en marcha el plan, es por ello que a continuación se detalla el análisis de costos después de la aplicación del plan siguiendo tal porcentaje, quedando detallado en las secciones posteriores. Como en la sección 3.5 se dio a conocer los diferentes costos que influyen en el mantenimiento de las calderas, en esta sección únicamente se señalara la comparación de datos, como se ve a continuación.

5.2.1. Costos de mantenimiento

El Mantenimiento involucra diferentes costos: directos y generales.

5.2.2. Costos directos

Estos costos son como anteriormente mencione los costos que se ven incluidos únicamente en el costo directo de mantenimiento de las calderas que para la empresa deriva sus costos en los siguientes rubros:

5.2.2.1. Herramientas y accesorios

Actualmente la empresa cuenta con un amplio almacén de herramientas y accesorios que son de utilidad para el mantenimiento de toda la maquinaria y estaciones de trabajo. Es por ello que para este caso se toma como un costo nulo ya que no genera ningún costo el mantenimiento de las herramientas y accesorios adecuados para brindar el mantenimiento requerido en las rutinas de trabajo que se presentaron con anterioridad.

5.2.2.2. Mano de obra directa

En este caso como se dijera con anterioridad no sufre ningún cambio por lo que el costo de mano de obra directa sigue ascendiendo a la cantidad de **Q193,116.00** anuales.

5.2.2.2.1. Horas extras

Haciendo un análisis de la situación y tomando en cuenta que se tomarán las cada una de las medidas que se proponen se hace una estimación de que el personal que actualmente se concentra se puede reducir el número de horas extra trabajadas en un 75% por lo que los costos de las horas extras trabajadas quedarían de la siguiente manera:

Tabla VI Comparación de costos antes y después de la mano de obra directa horas extra anual

Prestaciones	Anual Supervisor Antes del plan	Anual Técnico Antes del plan	Anual Supervisor Después del plan	Anual Técnico Después del plan
Sueldo	Q 43,200.00	Q 25,200.00	Q 10,800.00	Q 6,300.00
Aguinaldo	Q 3,600.00	Q 2,100.00	Q 900.00	Q 525.00
Bono 14	Q 3,600.00	Q 2,100.00	Q 900.00	Q 525.00
Vacaciones	Q 1,800.00	Q 1,050.00	Q 450.00	Q 262.50
Indemnización	Q 3,600.00	Q 2,100.00	Q 900.00	Q 525.00
Cuota patronal IGSS	Q 5,184.00	Q 3,024.00	Q 1,296.00	Q 756.00
Total	Q 60,984.00	Q 35,574.00	Q 15,246.00	Q 8,893.50

Fuente: propia

5.2.2.2.2. Viáticos

La empresa no repara en costos de viáticos ya que los repuestos son llevados de manera a domicilio y no hay necesidad de salir de la empresa.

5.2.2.2.3. Comidas

La empresa no repara en gastos de comidas ya que se le da al empleado una hora de almuerzo y éste depende de cada uno de ellos en donde lo realizan y el costo de ello corre por cuenta del empleado.

5.2.2.3. Repuestos

En la tabla VII se muestran los datos de los costos que se reducen al aplicar el plan de mantenimiento preventivo acá descrito.

Tabla VII Análisis de costos antes y después de aplicado el plan para repuestos anual

Costos antes del plan	Costos después del plan
Q 22,305.20	Q 17,844.16

Fuente: propia

5.2.2.4. Sueldos administrativos

Como se dijo anteriormente este tipo de rubro no cambia, por lo que, el costo de los sueldos administrativos asciende a la cantidad de **Q14,399.00** anuales.

5.2.2.5. Gastos de oficina

En la tabla VIII se muestran los datos de los costos que se reducen al aplicar el plan de mantenimiento preventivo acá descrito.

Tabla VIII Gastos de oficina para el área de calderas antes y después de aplicado el plan anual

Rubro	Gasto antes del plan	Gastos después del plan
Agua	Q 51,600.00	Q 41,280.00
Luz	Q 21,600.00	Q 17,280.00
Teléfono	Q 8,400.00	Q 6,720.00
Útiles de Oficina	Q 3,000.00	Q 2,400.00
Otros	Q 3,600.00	Q 2,880.00
Total	Q 88,200.00	Q 70,560.00

Fuente: propia

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Aspectos generales

A continuación se detallan aspectos generales concernientes al medio ambiente, las normas y reglas que deben regir las empresas privadas en temas con relación con al medio ambiente y recursos naturales.

6.1.1. Medio ambiente

El medio ambiente, para todo proyecto considerado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, es el sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí en permanente modificación por la acción humana o natural, y que afectan o influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo el ser humano.

6.1.1.1. Contaminación del aire

El problema de la contaminación del aire se debe enfocar como un problema para la salud humana y la calidad de vida. A la salud le afecta que el aire contaminado en las áreas urbanas perjudique globalmente a todo el conglomerado. En la ciudad capital, el área metropolitana ha reportado datos de medición en microgramos de material de partículas en suspensión por metro cúbico en muchas de las fábricas, el doble y más que la norma permitida.

6.1.1.2. Gestión Ambiental

La gestión ambiental es el conjunto de acciones encaminada al uso, conservación o aprovechamiento ordenado de los recursos naturales y del medio ambiente en general. Implica la conservación de especies amenazadas,

el aprovechamiento cinegético, el aprovechamiento piscícola, la ordenación forestal, la gestión industrial e incluso, la gestión doméstica.

El concepto de gestión ambiental lleva implícito el objetivo de eficiencia, por lo que la gestión ambiental implica aprovechar los recursos de modo racional y rentable aplicando criterios de materia y energía. Se debe tender a una filosofía de ahorro y aprovechamiento sostenible.

Es una disciplina muy reciente conceptualmente, si bien se ha venido realizando en una u otra forma desde el momento en que el ser humano empezó a aprovechar los recursos naturales, en un principio en busca de un aumento en la calidad de alimentos mediante la gestión del suelo. Esta labor implicaba la interacción con el medio ambiente, ya puede ser considerada como una forma de gestión ambiental, no obstante, el sentido que se le otorga a este concepto en la actualidad es de un carácter más conservacionista en relación con el medio ambiente; de hecho, se asimila la gestión ambiental a aquellas acciones encaminadas a preservar el medio ambiente de la acción del ser humano, que tiende a sobreexplotar y a degradar su entorno natural.

Como se ha dicho, la gestión ambiental implica la práctica totalidad de las actividades humanas, ya que transcurren o afectan al medio en mayor o menor grado, y está supeditada a una ordenación previa del territorio y de los usos del mismo. Esta ordenación marca para qué usos puede destinarse el suelo en función de su aptitud potencial como terreno agrícola, como poseedor de minerales aprovechables, como suelo industrial en función de su escasa aptitud para uso más directo, como residencial en función de la existencia de agua disponible y de una climatología adecuada, o como reservado en función de valor natural intrínseco, entre otros. Una vez que se ha establecido la ordenación, se diseña una estrategia para gestionar cada parte y uso. A la

gestión más o menos productivista o economista diseñada para la explotación y aprovechamiento del suelo, se superpone la gestión ambiental.

La gestión de aquellos espacios protegidos por su valor natural se encuentra dentro de lo que se podría definir como la acepción más pura de la gestión ambiental. Así es la labor encomendada a los gestores ambientales del cuidado y la preservación de las especies naturales y sus recursos biológicos y geológicos. La conservación de las especies amenazadas, y organización de los usos dentro de los espacios naturales, son objetivos de la gestión ambiental.

6.1.1.3. Legislación Ambiental

La legislación ambiental de Guatemala parte de la normativa contenida en la Constitución Política de la República y llega hasta las disposiciones administrativas de las distintas autoridades.

Las normas constitucionales actuales no proporcionan un apoyo adecuado a la gestión ambiental, así, el Artículo 64 señala de interés nacional el mejoramiento y conservación del patrimonio natural de la nación. El Artículo 97 obliga, tanto al Estado como a las municipalidades y los habitantes del territorio nacional a proporcionar el equilibrio ecológico y del medio ambiente.

El Artículo 119 señala adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente.

El Artículo 121 inciso b) y e), establece que son bienes del Estado las aguas de la zona marítima que ciñe las costas de su territorio, los lagos, ríos navegables y sus riberas, vertientes y arroyos que sirven de límite internacional de la República, las caídas y nacimientos de agua con aprovechamiento hidrológico, las aguas subterráneas y otras que sean susceptibles de regular por la Ley y las aguas no aprovechadas por particulares en la extensión y

término que se fije en la Ley; el subsuelo, os yacimientos de hidrocarburos, minerales, así como cualesquiera otras sustancias orgánicas o inorgánicas del subsuelo.

También la Constitución Política declara de utilidad y necesidad públicas, la explotación técnica y racional de hidrocarburos, minerales y demás recursos naturales no renovables en su Artículo 125, primer párrafo.

El Artículo 126 primer párrafo señala, que es de urgencia nacional y de interés social la reforestación del país y la conservación de los bosques; los Artículos 127 y 128 del mismo cuerpo legal le dan especial importancia al régimen de agua y al aprovechamiento de lagos y ríos.

6.1.1.4. Código Municipal

Se emite destacando la autonomía municipal como carácter técnico administrativo, cuyo objeto es el cumplimiento de los fines del municipio, su fortalecimiento económico y la descentralización administrativa. Las municipalidades deben ejercer las siguientes potestades: emitir las ordenanzas y reglamentos del municipio y hacerlos ejecutar.

El Código Municipal (Decreto del Congreso No. 58-88) incluye dentro de sus normas específicas ambientales, tales como el artículo 56 que demanda que en su primera sesión ordinaria, la corporación municipal organizará las comisiones necesarias para el estudio y dictamen de los asuntos que conocerán durante un año teniendo carácter obligatorio la protección del medio y patrimonio cultural. Además, determina en su artículo 136, inciso a), que el juez de asuntos municipales conocerá de todos aquellos asuntos en que se afecten las buenas costumbres, el ornato de las poblaciones y el medio ambiente.

6.1.1.5. Código de Salud

El Decreto No. 45-79, del congreso de la República, señala que para el saneamiento del medio ambiente, se desarrollarán acciones destinadas al abastecimiento de agua potable; disposición de excretas y aguas servidas; eliminación y control de insectos, roedores y otros animales dañinos; higiene de alimentos; salubridad y calidad de vivienda, construcción en general y lugares de acceso público; higiene y seguridad del trabajo; control de la contaminación del agua, el suelo y el aire; y la eliminación y control de molestias públicas y otros riesgos ambientales.

6.1.1.6. Base legal CONAMA

La Comisión Nacional del Medio Ambiente se encuentra regulada en la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Artículo 20, y que depende directamente del Presidente de la República con carácter de asesorar y coordinar todas las acciones a la formulación y aplicación de la política nacional para la protección y mejoramiento del medio ambiente. Su respaldo deviene del Artículo 97 de la Constitución Política de la República, relativo al medio ambiente y equilibrio ecológico.

También el Artículo 22 señala que el coordinador nacional del medio ambiente, sería nombrado por el presidente de la República; debía de reunir las mismas calidades de los ministros de estado y ser profesional o técnico en la materia con experiencia mínima de dos años.

Actualmente CONAMA ya no existe por lo que todas las atribuciones que esta tenía pasan a ser ahora directamente al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

6.2. Análisis del impacto ambiental

En esta sección se encuentran analizados los impactos que generan en el cuarto de calderas, las mismas. También se dan a conocer cuáles son los métodos de medición y parámetros de comparación de cada uno de estos factores, de tal manera se le brinda una visión a la empresa de cómo analizar y verificar si está dentro de los parámetros establecidos o no.

6.2.1. Análisis de la contaminación en el estado de operación

En el ámbito nacional de acuerdo con disposiciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-, para todo proyecto, obra, industria o actividad se requiere como primer elemento para determinar si es necesario o no, la presentación adicional de un Estudio de Impacto ambiental también existe la posibilidad de realizar una Evaluación Ambiental Inicial, mediante el Formulario de Evaluación Ambiental Inicial -FEAI-, el cual es presentado a la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales o bien en las delegaciones del Ministerio, para su evaluación. Existe una Guía de Términos de Referencia para la Elaboración de un Estudio de Impacto ambiental emitida por la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, éstos son aplicados principalmente a los proyectos de Alto Impacto Ambiental (categoría A) o bien a los catalogados como de moderada a alto impacto ambiental (categoría B1). En el presente caso, el estudio de Impacto Ambiental se desarrolla tomando en consideración los temas relacionados y adaptándolos a los requerimientos indicados y además por considerar que a primera vista, resulta evidente que los posibles impactos adversos que el presente proyecto pueda generar son de magnitud e importancia baja.

6.2.1.1. Agua

Dentro de la empresa el agua que es utilizada por las caleras es el agua que proviene directamente de la red municipal, debido a que la empresa no posee ningún tratamiento del agua antes de entrar por las calderas, el único impacto que tiene el agua en el ambiente, es cuando sale de la caldera ya que esta es desechada directamente a los drenajes municipales después de su reutilización.

Por tal motivo, se deben de tomar muestras de descarga de las aguas residuales para determinar el grado de contaminación que estas contienen (Pruebas de laboratorio). Los resultados que la empresa debe de tomar en cuenta a la hora de que realicen las pruebas (estas deben de ser realizadas por una empres química debidamente registrada), son los siguientes:

- Ph
- Conductividad
- Oxígeno disuelto
- Sólidos disueltos
- Sólidos suspendidos
- Sólidos sedimentales
- Sólidos totales
- Nitrógeno total
- Fosfato total
- DQO

- DBOS
- Grasas y aceites

Además a continuación se muestra en la tabla IX, los límites fijados por CONAMA para la descarga de aguas residuales para este tipo de empresa.

Tabla IX Parámetros básicos permisibles para la descarga de aguas residuales de origen doméstico

Parámetros	3 años	6 años	9 años
Sólidos sedimentales (mg/l)	-	2	1
Sólidos en suspensión (mg/l)	-	2	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	80	40
DQO (mg/l)	900	500	250
Materia flotante	Ausente	Ausente	Ausente
PH	6.9	6.5	6.5
Temperatura (° centígrados)	-	Pendiente	Pendiente
Grasas y aceites	40	30	20

Fuente: Manual de laboratorio de ingeniería de plantas

A continuación se presentan también los límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de las aguas servidas municipales:

Tabla X Límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de las aguas servidas municipales

Muestras	Sólidos Sedimentales	Demanda Química De Oxígeno (DQO)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) Después de 5 días
Muestra tomada al azar, máximo	1.0 ml/l		
Muestra, mezcla de 2 hrs, máximo	1.0 ml/l	500 mg/l	250 mg/l
Muestra, mezcla de 24 hrs, máximo	1.0 ml/l	450 mg/l	200 mg/l

Los Valores para DQO y DBO no tienen significación para muestras tomadas al azar.

Fuente: Manual de laboratorio de ingeniería de plantas

6.2.1.2. Ruido

Los gases como el aire tienen densidad de masa y elasticidad volumétrica; la elasticidad causa que el gas se resista a ser comprimido, teniendo a retornar a su estado original al ser retiradas las fuerzas de compresión. La inercia de la densidad de masa causa el movimiento del gas a su posición original, si se retiran esas fuerzas. Las dos propiedades anteriores

son los requisitos para el movimiento de ondas, por lo que es necesario un medio para propagar las ondas sonoras. Para que exista energía en forma de sonido, es necesario disponer de un medio y de una fuente, como por ejemplo un medio vibrante.

La propagación del sonido en espacios cerrados es el caso más usual, en este caso las calderas están centradas en el cuarto de calderas, lo cual, cuando empiezan a vibrar emiten energía de la misma magnitud en todas direcciones y ocurre la divergencia esférica, pero muy pronto la alcanza una pared en donde se ve interrumpido su progreso y una parte de la energía se refleja por la pared y la otra parte de la energía es absorbida por la misma. La intensidad del sonido, el rango de frecuencias que oscila entre los 125 HZ a 8000 HZ son los que el oído humano percibe, cualquiera que sea su frecuencia, se mide en decibeles.

Los niveles de ruido que hacen daño a la salud humana son todos aquellos ruidos que sobrepasan los 90 decibeles a exposiciones largas.

Por tal razón, es importante la medición del ruido para el cuarto de calderas, se debe de realizar por medio de un aparato llamado decibelímetro el cuál trabaja con tres escalas:

db (A) comportamiento del oído para niveles de 0 a 55 decibeles.

db (B) comportamiento del oído para niveles de 55 a 85 decibeles.

db (C) comportamiento del oído para niveles mayores que 85 decibeles.

Para tomar lecturas con este aparato es conveniente colocarlo lejos de alguna barrera física y localizarlo a una altura de 1.5 mts. Si el decibelímetro llegase a ser portátil es conveniente que el operador se encuentre a una distancia mínima de 50 cms. del aparato, considerándose conveniente calibrar

el aparato cada dos horas de uso. Para anotar las lecturas, se toma el promedio del indicador para un intervalo de aproximadamente 5 minutos. Como consecuencia de estudios realizados anteriormente se ha determinado que la exposición a un ruido excesivo conduce a la pérdida permanente de audición. El grado de pérdida depende del nivel y duración del ruido. La exposición al nivel máximo de 90 decibeles es de 8 horas, si el nivel de ruido es más alto, el período de exposición diario permitido es menor, por cada incremento de 5 decibelios, el período se hace la mitad, el nivel máximo permitido es de 115 decibeles durante 15 minutos y no se permite la exposición por encima de este nivel. Niveles por debajo de 90 decibeles se admiten para cualquier duración de tiempo.

6.2.1.3. Atmósfera

El impacto que tiene el cuarto de calderas en el ambiente es únicamente la emisión de humo que esta emite a la atmósfera, para medir el impacto que tiene sobre el ambiente se utilizará un método muy tradicional pero efectivo como los son las cartas de Ringelmann, para medir el porcentaje de opacidad que presenta el humo expulsado por la chimenea de las calderas y así medir si existe algún índice de contaminación en el aire. La obscuridad u opacidad aparente de una columna de humo o polvo de una chimenea depende de la concentración de partículas en el afluente, el tamaño de los mismos, la profundidad de las columnas de humo o polvo que es observada de las condiciones naturales y del color de las partículas.

En esta sección se le da a conocer a la empresa en que consiste este método de las cartas de Ringelmann, su modo de uso y las instrucciones para aplicarlo.

Estas cartas de humo proporcionan diferentes tonalidades de gris por medio de las cuales pueden compararse las columnas de humo de las

chimeneas. Para reproducir los tonos graduales de gris, constitutivos de la carta de humo de Ringelmann, se procederá a dibujar con tinta negra, sobre tarjetas blancas, rejillas con las siguientes características:

Tarjeta No. 0 Corresponde a toda la tarjeta en blanco.

Tarjeta No. 1 Dibujos con líneas negras de un milímetro de espesor, a los lados de espacios blancos cuadrados de 9 milímetros de lado.

Tarjeta No. 2 Dibujos con líneas negras de 2.3 milímetro de espesor, a los lados de espacios blancos cuadrados de 7.7 milímetros de lado.

Tarjeta No. 3 Dibujos con líneas negras de 3.7 milímetro de espesor, a los lados de espacios blancos cuadrados de 6.3 milímetros de lado.

Tarjeta No. 4 Dibujos con líneas negras de 5.5 milímetro de espesor, a los lados de espacios blancos cuadrados de 4.5 milímetros de lado.

Tarjeta No. 5 Corresponde a toda la tarjeta en negro.

Los números de la carta de humo de Ringelmann corresponden con el tono gris que se obtienen de ver la tarjeta correspondiente a una distancia en que se pierden las líneas del dibujo.

Para usar la carta de Ringelmann formada por dibujos descritos en las tarjetas 1, 2, 3 y 4 o bien en dibujos o sistemas, dan las tonalidades de gris equivalentes, se debe observar el humo cuando sale de las chimeneas y comparar con el número de la tarjeta que corresponda con más precisión. Una chimenea sin emisión alguna debe anotarse como número 0 de la carta de humo de Ringelmann y aquella chimenea que emita humo negro al 100 % debe anotarse como número 5 de la misma carta. Aunque la carta de humo de Ringelmann normalmente se usa para evaluar emisiones negras o grises, el principio de la opacidad equivalente hace posible su utilización para evaluar

otros colores de humo. El reglamento que cita la opacidad equivalente al número de Ringelmann se refiere a cualquier emisión visible de tal opacidad que oscurezca la visibilidad del observador en escala comparativa a la de la carta de humo de Ringelmann.

La relación entre los números de la carta de humo de Ringelmann o el % de opacidad es como sigue:

Tabla XI Porcentajes equivalentes de opacidad

No. 1	Igual 20% de opacidad
No. 2	Igual 40% de opacidad
No. 3	Igual 60% de opacidad
No. 4	Igual 80% de opacidad

Los números equivalentes al 0 y al 5 de Ringelmann, corresponderían a 0 y al 100 % de opacidad respectivamente

Fuente: Manual de laboratorio de ingeniería de plantas

Numerosas gráficas y métodos han sido desarrollados bajo el principio de Ringelmann para comparar los tonos de gris con la fuente de emisión. Una cinta de película ha sido desarrollada, compuesta de 4 densidades de transmisión al 80, 60, 40 y 20% comparándolos con la fuente de emisión tan precisamente como sea posible, se obtiene el número de Ringelmann correspondiente.

Para determinar las características de emisión de una chimenea, son recomendables las siguientes reglas generales:

1. Las emisiones grises y negras se miden en densidades y se anotan según el número de Ringelmann a que corresponda.

2. Cualquier otra emisión de color se mide por su opacidad, anotándose este porcentaje de opacidad y reportándose al número de Ringelmann.
3. De ser posible, las observaciones deben hacerse durante el día y debe tratarse de tener al sol en dirección contraria a la de observación.
4. Debe existir una fuente de luz detrás de la columna durante las horas de obscuridad.
5. De ser posible, las lecturas deben hacerse en ángulo recto, en relación a la dirección del viento y distancia conveniente para tener una vista clara de la chimenea y los objetos en el fondo.
6. Las lecturas deben hacerse en la parte más densa de la columna de emisión, donde no es más ancha que el diámetro de la chimenea.
7. El tiempo transcurrido durante la observación deberá ser cuidadosamente anotado, al igual que otros datos como fecha sitio donde se hizo la observación distancia aproximada de la chimenea, nombre y cargo de la persona que realizó la observación y empresa responsable de la emisión. La exactitud de la lectura puede afectarse cuando una columna de humo o polvo tiene gran cantidad de vapor que aunque no es considerado como contaminante puede interferir con la transmisión de luz a través de la columna de humo. El vapor se disipa en un punto a corta distancia de la fuente de emisión por lo que en tales casos, la lectura de la opacidad puede hacerse inmediatamente de este punto.

Al efectuar comparaciones diurnas, el observador debe colocarse a una distancia no menor de 30 metros ni mayor de 400 metros del cañón de la chimenea. El sol debe quedar, preferiblemente a espaldas del observador. Durante las horas de obscuridad debe utilizarse una fuente de luz situada

detrás de la pluma de humo, siendo el frente de éste el que observa el operador.

Se coloca la carta lo más próxima posible a la línea visual del observador a la pluma perpendicular a dicha línea y a una distancia tal del observador, que las retículas en la carta aparezcan como campos grises uniforme (18 metros aproximadamente).

Se mira hacia la parte más densa de la pluma, en donde ésta tiene el mismo diámetro que la salida de la chimenea, y se compara su color con los tonos de la carta. En el caso en que exista vapor de agua en la pluma, la lectura debe hacerse en el punto donde se haya disipado el vapor. Siempre que sea posible, la línea de la visual debe quedar en ángulo recto con la relación a la dirección del viento.

Cada lectura individual se obtiene determinando el número de la tarjeta cuyo tono sea el más cercano al observado. En los casos en el que el humo se más claro que la tarjeta número 1, se le debe asignar el valor 0; si es más oscuro que la tarjeta número 4, se le debe asignar el valor 5. No se permite expresar valores en fracciones de unidad, debiendo registrarse siempre los valores con el número de la tarjeta cuyo tono se asemeja más al del humo comparado.

Las lecturas para determinar el porcentaje de densidad aparente visual del humo, se efectúan una cada 15 ó 30 segundos en forma consecutiva.

Los datos deben registrarse en una tabla diseñada para tal caso.

El cálculo del porcentaje de densidad aparente visual del humo para el período total de observación, se efectúa aplicando la siguiente fórmula:

$$D.V.A. = \frac{(N_e \times 20)}{N}$$

Donde:

$D.V.A.$ = Densidad aparente visual del humo.

N_e = Número total equivalente al número 1.

N = Número total de lecturas.

El número 20 es la equivalencia en % de densidad del No. 1.

El valor N_e se obtiene multiplicando el número de lecturas individuales de cada tarjeta por el número correspondiente de la misma y sumando los valores parciales obtenidos.

CONCLUSIONES

1. El mantenimiento preventivo juega un papel muy importante en la vida económica de una máquina ya que un programa bien definido de mantenimiento preventivo, producirá una extensión de la vida útil de los componentes de una unidad y, además, producirá una baja en los costos de reparaciones y tiempo parado no planeado que son los más significativos entre los costos de operación.
2. La implementación del Plan de Mantenimiento requiere que previamente sean desarrolladas las etapas de planificación, organización y control. Es necesario desarrollar en forma conjunta los elementos básicos complementarios que coadyuvarán al mismo, tales como las fichas de equipo.
3. Uno de los problemas más frecuentes que existen al llevar a cabo la implementación de un proyecto nuevo, es la resistencia al cambio por parte del personal, y para ello es vital dar a conocer al empleado la importancia de ejecutar un buen plan de mantenimiento preventivo, y las ventajas que este conlleva al ejecutarlo, así como los logros que se pueden obtener al implementarlo, toda esta información debe dárseles en forma gradual, de manera que el empleado vaya adiestrándose a su nueva rutina de trabajo.
4. La elaboración de un inventario completo constituye un instrumento único para recabar toda la información acerca del equipo, herramienta y accesorios existentes. En caso de una tarea asignada se sabrá dónde se encuentran las herramientas necesarias, además de la existencia de accesorios y repuestos.

5. Para llevar a cabo la ejecución e implementación del plan de mantenimiento preventivo para calderas pirotubulares, es necesario que se base en una buena planificación, y después de los procedimientos para el mantenimiento tener en cuenta fichas de control en donde se establezca, la fecha, el nombre del operario, actividad realizada, materiales utilizados, para la ejecución del plan.
6. Uno de los problemas más frecuentes que existen al llevar a cabo la implementación de un proyecto nuevo, es la resistencia al cambio por parte del personal, y para ello es vital dar a conocer al empleado la importancia de ejecutar un buen plan de mantenimiento preventivo, y las ventajas que este conlleva al ejecutarlo, así como los logros que se pueden obtener al implementarlo, toda esta información debe dárseles en forma gradual, de manera que el empleado vaya adiestrándose a su nueva rutina de trabajo.
7. El manual de procedimientos es un apoyo para realizar el mantenimiento preventivo de una manera más fácil, pero para ello el operario debe de conocer las partes principales, así como también, los accesorios de las calderas pirotubulares.
8. La correcta aplicación del programa de mantenimiento preventivo garantizará un ahorro anual considerable en relación al ahorro en energía eléctrica, compra de repuestos y suministros, tomando en cuenta los gastos que éste representa, mantendrá un funcionamiento que cumple con los estándares de operación requeridos para este tipo de calderas, eliminando fugas de vapor y evitando en lo posible la emisión de gases dañinos a la atmósfera.

RECOMENDACIONES

1. Establecer junto con los departamentos de mantenimiento y contabilidad, un presupuesto mensual adecuado a las necesidades del departamento de mantenimiento.
2. Realizar las rutinas programadas, siguiendo todos los pasos que se indican, sin dejar pasar por alto ninguno por minucioso que se considere, si surge alguna duda, consultarla con el encargado de mantenimiento.
3. Hacer una inspección periódica del sistema de alimentación, ya que frecuentemente los sedimentos lodos que son arrastrados tapan los filtros válvulas cheque e incluso los reductores de la red de abastecimiento de la misma, asimismo es recomendable limpiar la bomba de agua y lubricar las partes de ella que lo necesiten. Una limpieza del tanque de condensado evitará el deterioro disminuyendo la corrosión, pero lo más importante es retirar todos los sedimentos que se depositan en el Mc-donell, ya que esto evitará que el flote se atasque y que de un falso nivel de agua en la caldera.
4. Establecer programas de mantenimiento preventivo, según las necesidades propias de cada empresa, con lo que se logra recaudar información sobre las necesidades de la industria, en la cual se fija el estudio. De esta manera se establecen los fines a los que se puede llegar, y se obtiene como resultado un mejor control a nivel de dirección, que formaliza las políticas de ejecución de actividades a nivel de mantenimiento.

5. Llevar un adecuado historial de la máquina, donde indique cómo se han comportado los gastos; qué partes de la unidad han sufrido mayor frecuencia en el apareamiento de fallas para poder realizar las correcciones necesarias y, así, llegar a establecer cuáles son los factores que afectan a las unidades en cada tipo de operación.

6. Obtener resultados a corto plazo puede destruir el sistema, los niveles directivos pueden estar esperando resultados concretos de disminución y reducción en el número de paradas en un lapso muy corto de tiempo pero se requiere de un período razonable para un adecuado funcionamiento.

7. Utilizar el equipo de protección personal, siguiendo las recomendaciones del encargado de mantenimiento.

8. Es necesario dar seguimiento a las propuestas y programas especificados en este trabajo, los resultados no serán inmediatos, pero serán de mucho beneficio para la institución.

9. Autorizar la capacitación constante que ofrecen las diferentes compañías, a todo el personal de mantenimiento

10. Se recomienda que el mantenimiento del equipo sea de tipo preventivo. El énfasis en lo anterior obedece a que una conjunción de un plan operacional de mantenimiento periódico, frecuente y permanente, en función de los ciclos de vida de los equipos y sus componentes, tomando en cuenta el estándar de los fabricantes, y otros descritos en los

manuales de uso, etc.; aunado a la inspección y al análisis de las muestras obtenidas del uso de los mismos para determinar el cambio oportuno de componentes, o la lubricación, alineación y limpieza de los equipos, anulará en elevado porcentaje, la probabilidad de una operación defectuosa.

11.A fin de mantener un mejor control sobre el inventario de repuestos y accesorios, así como facilitar el desarrollo del inventario de todo el equipo físico, se recomienda la implementación de equipo de cómputo y Software, que faciliten el manejo de los mismos, dado que en la actualidad es posible encontrar en el mercado una gran cantidad de bases de datos de aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. E.T., Newbrough. Administración de Mantenimiento Industrial. s.e. México: Editorial Diana, 1994. Pp 23-398.
2. NUOVO, Colombo. Manual del Ingeniero; Sección F, Ingeniería Mecánica. 81 edición. II volumen. Milán, Italia: Editorial Hoepli, 1987.
3. RSALER, Robert y James O. Rice Associates. Manual de Mantenimiento Industrial. s.e. México: Editorial McGraw Hill, 1990. Tomos del I al V.
4. SAMAYOA Ramos, Rodolfo Estuardo. Control automático de combustión para calderas. (Tesis). Guatemala: USAC 1989.
5. BARRERA Urrutia, Sergio Estuardo. Diseño de una estrategia óptima de mantenimiento de calderas en una industria. (Tesis) Guatemala: USAC 1993.
6. RODAS Maltez, Alberto Enrique. Efectos del mantenimiento y tratamiento de agua y combustible sobre la operación de calderas pirotubulares. (Tesis) Guatemala: USAC 1992.
7. ORTIZ Ramírez, Mario Rene. Evaluación económica entre métodos de tratamiento de agua para calderas (Tesis) Guatemala: USAC 1995.
8. CARDONA Revolorio, Juan Angel. Diseño y evaluación de un programa de mantenimiento preventivo (Tesis) Guatemala: USAC 1993.
9. COLMENARES, Sandra. División y Mantenimiento de Ingeniería Agua para Calderas. Guatemala: Ministerio de Salud Pública 1998.
10. PRADO Raúl. Manual de Gestión de mantenimiento a la medida, Madrid: Paraninfo, 1994.

ANEXO I

Índices del Mantenimiento Preventivo

Los siguientes son algunos de los índices utilizados en la actualidad por la industria, como un intento para evaluar la meta que se establece para alcanzarse con la ejecución de Mantenimiento Preventivo:

Cobertura del mantenimiento preventivo

$$\% = \frac{\text{Total de horas - hombre empleadas en las órdenes de trabajo de MP}}{\text{Total de horas - hombre trabajadas durante un período}} * 100$$

Tiempo muerto del equipo originado por descomposturas

$$\% = \frac{\text{Tiempo muerto originado por descomposturas}}{\text{Tiempo muerto total}} * 100$$

Horas de reparaciones por descomposturas

$$\% = \frac{\text{Total horas - hombre empleadas en reparaciones por descomposturas}}{\text{Total horas - hombre disponibles para mantenimiento directo para todas las reparaciones}} * 100$$

Importancia de las reparaciones por descomposturas

$$\% = \frac{\text{Costo directo de las reparaciones por descomposturas}}{\text{Costo directo total de mantenimiento}} * 100$$

Disponibilidad del equipo

$$\% = \frac{\text{Tiempo de operación del equipo}}{\text{Tiempo de operación del equipo y tiempo muerto}} * 100$$

Inspecciones terminadas según programa

$$\% = \frac{\text{Inspecciones terminadas}}{\text{Inspecciones programadas}} * 100$$

Trabajos terminados

$$\% = \frac{\text{Trabajos resultantes de la inspección}}{\text{Inspecciones terminadas}} * 100$$

Ejecución de la programación

$$\% = \frac{\text{Horas empleadas en trabajos programados}}{\text{Total de horas trabajadas}} * 100$$

Costos de mantenimiento preventivo vrs. Costos totales de mantenimiento por descomposturas

$$\% = \frac{\text{Costos totales de MP (incluyendo pérdidas de producción)}}{\text{Costos totales de mantenimiento por descomposturas (incluyendo pérdidas por producción)}} * 100$$

ANEXO II

Pasos para realizar un EIA

- Contratación de un Consultor Ambiental registrado en el MARN
- Todos los Documentos Legales de la Empresa y/o representante legal
- Original del informe técnico según la Guía de Términos de Referencia proporcionados por el MARN.
- Constancia de publicación en un Diario de mayor circulación (no Diario de Centroamérica) en el tamaño de 2 x 4 pulgadas.

Nota: Si en la región se utilizan Idiomas Mayas, la publicación también debe ser en dicho(s) idioma(s); según artículo 33 del reglamento 23-2003 (La información multilingüe puede ser obtenida en el INE).

ANEXO III

Entidades privadas

Acta de declaración jurada para instrumentos de evaluación ambiental

En la Ciudad de Guatemala el
día,.....mes,.....año.....siendo las
horas, YO, EL INFRANSCRITO NOTARIO: constituido en mi oficina profesional
situada
en.....
.....
.....a requerimiento del
Señor.....
quien solicita mis servicios notariales con el objeto de hacer constar y dar fe de
lo siguiente: PRIMERO: El
señor.....
.
.....,
quien actúa en su Calidad
de.....
.....
..... lo
que acredita con
.....
.....
.....a
quien se le denominara en el transcurso de la presente Acta únicamente como
“EL REQUERENTE”. SEGUNDO: El requirente manifiesta que la información
vertida dentro del Instrumento de Evaluación Ambiental del
proyecto.....
“ ”
.....”
ubicado en

.....
.....es
verídica cumpliendo con los términos de referencia y requisitos dispuestos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales; por lo que mediante la presente Acta Notarial de Declaración Jurada, a solicitud del requirente, procedo a juramentarlo para que en el transcurso de la presente se pronuncie, debidamente advertido por el Infrascrito Notario de las penas relativas al delito de perjurio. Declara: “Que su representada

.....
.....”, se compromete expresamente a cumplir con las siguientes Cláusulas ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales: a) Cumplir fielmente con todas las medidas de mitigación, planes de gestión ambiental, compromisos ambientales de control y seguimiento y cualquiera otros descritos en el Instrumento de Evaluación Ambiental, así como con las recomendaciones o indicaciones que emita el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, respecto al proyecto bajo su responsabilidad a partir del momento en que sea debidamente notificado; b) Que se hagan efectivas las medidas de mitigación, plan de seguridad y manejo ambiental, plan de contingencia, plan de manejo y disposición final de desechos y el plan de monitoreo ambiental propuestos en el Instrumento de Evaluación Ambiental para el funcionamiento del proyecto evaluado; c) Cumplir fielmente y en el tiempo estipulado para el efecto, con los compromisos ambientales que en su momento sean emanados y requeridos por este Ministerio. Todos los documentos que contienen las indicaciones individualizadas en la cláusula segunda forman parte de la presente acta, los que se adjuntaran en su oportunidad. No habiendo mas que hacer constar por el momento, se da por terminada la presente acta, en el mismo lugar y fecha de su inicio, quince minutos mas tarde, la cual queda contenida en una hoja de papel bond , escrita en su anverso y reverso, la cual previa lectura es aceptada íntegramente por el requirente, quien bien enterado de su contenido, objeto y validez, la acepta, ratifica y firma, con el Infrascrito Notario. DOY FE.

Firma del Requirente

Firma y sello del Notario

ANEXO IV



DIRECCION GENERAL DE GESTION AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA UNICA - DELEGACION DEPARTAMENTAL
REQUISITOS BASICOS DE PRESENTACION PARA ESTUDIOS DE EVALUACION DE IMPACTO
AMBIENTAL

	SI	NO	NO APLICA
1. Carta de presentación del Proyecto firmada por el Representante Legal dirigida al Director de Gestión Ambiental, y Recursos Naturales, que deberá incluir:			
<ul style="list-style-type: none"> • Nombre o razón social de la entidad • Nombre del Propietario o Representante Legal • Dirección, lugar, teléfono, e-mail y fax para recibir notificaciones. • Documento Foliado (de atrás hacia adelante) 	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2. Dirección completa del Proyecto			
TODO DOCUMENTO LEGAL DEBE IR DEBIDAMENTE AUTENTICADO.			
3. Fotocopia de la constancia del Número de Identificación Tributaria (NIT) de la Empresa Promotora.			
4. Fotocopia autenticada del nombramiento del Representante Legal, si el proponente es persona jurídica			
5. Fotocopia de la Cédula de Vecindad del Representante Legal o propietario del proyecto			
6. Fotocopia de Patente de Comercio de la entidad			
7. Factura <u>original</u> de publicación del EDICTO (2 x 4 pulgadas)			
8. Documento completo en un CD (sin incluir planos)			
9. Certificación de Colegiado Activo del consultor o los consultores que participaron en el instrumento de gestión ambiental, <u>en original o copia autenticada.</u>			
10. Registro actualizado del Consultor en el MARN <u>original o fotocopia autenticada</u>			
11. Declaración Jurada del Consultor <u>firmada y Autenticada</u>			
12. Certificación del Registro de la Propiedad del predio en donde se va a desarrollar el proyecto o actividad económica. Si es fotocopia debe ser <u>autenticada</u>			
13. Si la empresa o el interesado no es propietario del terreno donde se desarrollará el proyecto, debe incluirse <u>el contrato legal que aplique a su proyecto</u>			
<ul style="list-style-type: none"> • Contrato de arrendamiento • Contrato o Promesa de compra venta • Unificación de Bienes • Inmueble del Estado 	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
14. planos debidamente timbrados, sellados y firmados por el profesional que los realizo en original y copia			
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



DIRECCION GENERAL DE GESTION AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA UNICA - DELEGACION DEPARTAMENTAL
REQUISITOS BASICOS DE PRESENTACION PARA ESTUDIOS DE EVALUACION DE IMPACTO
AMBIENTAL

⇒ **PRESENTACION DE LOS PLANOS**

Los planos deben presentarse UNICAMENTE en tamaño:

Carta, oficio o doble carta

- Para todo proyecto plano de ubicación y localización (identificando colindancias, acceso al sitio y coordenadas UTM), para predios destinados a cementerios, estos deberán localizarse como máximo a 100 metros de la construcción mas cercana. Para el caso de gasolineras o proyectos mineros se ajustarán a lo que al respecto indique la Ley de Minería.
- Curvas de nivel, de planta de nichos, número de nichos/ superficiales o subterráneos; elevaciones, cortes principales e identificación de áreas verdes cuando se trate de Cementerios.
- Topográfico en caso sean carreteras, urbanizaciones, lotificaciones, hidroeléctricas o Proyectos categoría A cuando aplique.
- De conjunto y de Planta (cuando se trate de urbanizaciones y edificaciones).
- Para todo proyecto, sistema de tratamiento de aguas residuales, industriales o domésticas firmado por un Ingeniero Sanitario. Adicionalmente, incluir Memoria Descriptiva del Sistema de aguas negras.
- De instalaciones y estructura de las mismas cuando se trate de torres eléctricas y de telefonía celular

OBSERVACIONES:

- En todo proyecto incluir memoria descriptiva del sistema de tratamiento de aguas negras.
- En caso de torres telefónicas incluir:
 - Instalaciones
 - Estructuras

⇒ **DECLARACION JURADA PARA INSTRUMENTOS DE EVALUACION AMBIENTAL UNICAMENTE EL FORMATO DEL MARN**

✓ ENTIDADES PRIVADAS: _____

✓ FUNCIONARIOS PUBLICOS: _____

20 calle 28-58, zona 10 - Teléfono 24230500

ANEXO V

GUÍA DE TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

<i>CATEG.</i>	<i>No.</i>	<i>Tema</i>	<i>Explicación</i>
A, B1	1.	INDICE	Presentar contenido o índice completo indicando capítulos, cuadros, figuras, mapas, anexos, acrónimos y otros; señalando números de página
A, B1	2.	RESUMEN EJECUTIVO DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	Resumen ejecutivo que incluya: introducción (objetivos, localización, entidad propietaria, justificación); descripción del Proyecto, obra o actividad (fases, obras complementarias, etc.); características ambientales del área de influencia; impactos del proyecto, obra o actividad, al ambiente; y viceversa; acciones correctivas o de mitigación así como un resumen del plan de Gestión Ambiental del mismo y resumen de compromisos ambientales.
A, B1	3.	INTRODUCCION	Introducción al Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, por el profesional responsable del mismo. Sus partes principales incluyendo a) descripción del proyecto b) alcances, c) objetivos, d) metodología, e) duración en la elaboración del Estudio, localización y justificación.
A, B1	4.	INFORMACIÓN GENERAL	Requisitos de presentación incluidos en la hoja de requisitos
	4.1	Documentación legal	Incluir documentos legales de acuerdo a hoja de requisitos
	4.2.	Información sobre el equipo profesional que elaboró el EIA	Incluir listado de profesionales participantes en la elaboración del Estudio de EIA, e indicar la especialidad de cada uno, No. de colegiado activo, No. de Registro ante el MARN , así como la respectiva Declaración Jurada, sobre el tema en el que se participó.
A, B1	5	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	

A, B1	5.1.	Síntesis general del proyecto	Incluye una breve descripción del proyecto
A, B1	5.2.	Ubicación geográfica y Área de Influencia del Proyecto	Presentar plano de localización doble oficio y plano de ubicación del terreno donde se desarrollará el proyecto, identificando sus colindancias de manera de que se pueda acceder al proyecto cuando se realice la inspección. Incluir una parte de la hoja cartográfica del área de influencia directa (AID) del mismo, con sus respectivas coordenadas UTM.
A, B1	5.3.	Ubicación político-administrativa	Presentar la ubicación político administrativa, indicando Ciudad, Departamento, Municipio, Aldea, Caserío, e indicar las vías mas convenientes para llegar al proyecto
A	5.4	Justificación técnica del Proyecto. Obra, industria o actividad y sus alternativas	Derivación y descripción de la alternativa preferida y de otras alternativas que fueron contempladas como parte del proyecto, obra, industria o actividad o componentes del mismo. La alternativa debe plantearse a nivel de solución (estratégica) de Proyecto (sitio) o de actividad (implementación). A nivel de proyecto debe realizarse en función de a) descripción del asunto o problema que será tratado, b) el análisis de las causas de ese problema, c) forma que el proyecto solucionará o reducirá el problema y d) los resultados de esos pasos, es decir, los objetivos específicos del mismo.
A, B1	5.5	(Área estimada del proyecto	Definir físicamente el área del proyecto, obra, industria o actividad (AP) , especificando en m2 o Km2
A, B1	5.6.	Actividades a realizar en cada fase de desarrollo del Proyecto y tiempos de ejecución	Listar las principales actividades que se llevarán a cabo en la construcción, operación y abandono del proyecto, obra, industria o actividad. Indicar el tiempo de ejecución de las mismas
A	5.6.1	Flujograma de actividades	Elaborar un flujograma con todas las actividades a realizar en cada una de las fases de desarrollo del proyecto
A, B1	5.6.2.	Fase de construcción	
A, B1	5.6.2.1	Infraestructura a desarrollar	Detallar toda la infraestructura a construir en esta fase y el área que ocupará la misma en el sistema métrico decimal.
A, B1	5.6.2.2	Equipo y maquinaria utilizada	Listado de la maquinaria y equipo a utilizar en la fase de construcción , en las actividades mencionadas anteriormente
A	5.6.2.3	Movilización de transporte y frecuencia de movilización.	Rutas de movilización de la maquinaria y el equipo a utilizar, así como las características de las vías por las que serán movilizadas, incluyendo un mapa con las rutas cuando sea necesario y las frecuencias de movilización.
A, B1	5.6.3	Fase de operación	Incluye un listado del equipo y maquinaria que se utilizará durante la operación en las actividades mencionadas en el numeral 4.4.1

A, B1	5.6.3.1	Infraestructura a desarrollar	Detallar toda la infraestructura a construir en esta fase y el área que ocupará la misma en el sistema métrico decimal.
A, B1	5.6.3.2	Equipo y maquinaria utilizada	Listado de la maquinaria y equipo a utilizar en la fase de construcción, en las actividades mencionadas anteriormente
A	5.6.3.3	Flujo vehicular y frecuencia de movilización esperado	Indicar las rutas a utilizar y frecuencia de movilización de vehículos generadas por la operación del Proyecto. Indicar si las rutas de emergencia pueden ser afectadas.
	5.7	Servicios básicos	
A, B1	5.7.1.	Abastecimiento de Agua	Definir la forma de abastecimiento de agua (cantidad de agua a utilizar (m ³ /día o m ³ /mes), como caudal promedio, máximo diario y máximo hora, la fuente de abastecimiento y el uso que se le dará (industrial, riego, potable, otros usuarios etc.)
A, B1	5.7.2	Drenaje de aguas servidas y pluviales	Indicar el tipo de drenaje de aguas servidas y pluviales (metros lineales, volumen u otros) y las conexiones necesarias, así como la disposición final de las aguas residuales y pluviales.. Explicar brevemente cómo se solucionará el tema del tratamiento de las aguas residuales. Incluir la descripción del o los sistemas de tratamiento, así como los planos necesarios firmados por profesional competente.
A, B1	5.7.3.	Energía eléctrica	Definir la cantidad a utilizar (KW/hora o día o mes), fuente de abastecimiento y uso que se le dará.
A, B1	5.7.4.	Vías de acceso	Detallar las vías de acceso al proyecto, obra, industria o actividad, y el estado actual de las mismas.
A	5.7.5.	Transporte público	Identificar las necesidades de transporte público a ser generadas por el proyecto, obra, industria o actividad y describir las rutas de transporte existentes.
A, B1	5.7.6.	Otros	Mencione otros servicios necesarios para el proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	5.7.7.	Mano de obra	
A, B1	5.7.7.1.	Durante construcción	Presentar un estimado de la generación de empleo directo por especialidades, así como la procedencia, en caso de no contar con suficiente mano de obra local.
A, B1	5.7.7.2.	Durante la operación	Presentar un estimado de la generación de empleo directa por especialidades, así como la procedencia, en caso de no contar con suficiente mano de obra local.
A, B1	5.7.8.	Campamentos	Si el tipo de proyecto amerita contar con un campamento temporal, detallar aspectos sobre el mismo tales como: área a ocupar, número de personas, servicios a instalar, localización y otros.

A, B1	5.8.	Materia prima y materiales a utilizar	
A, B1	5.8.1.	Etapa de construcción y operación)	Presentar un listado completo de la materia prima y materiales de construcción a utilizar, indicando cantidades por día, mes, así como la forma de almacenamiento.
A, B1	5.8.2.	Inventario y manejo de sustancias químicas, tóxicas y peligrosas	Incluir un inventario de sustancias químicas, tóxicas o peligrosas, indicando grado de peligrosidad, elementos activos, sitio y forma de almacenarlo, aspectos de seguridad en el transporte y manejo y otra información relevante, según el proyecto.
A, B1	5.9.	Manejo y Disposición Final de desechos (sólidos, líquidos y gaseosos,)	
A, B1	5.9.1.	Fase de construcción	
A, B1	5.9.1.1	Desechos Sólidos, líquidos (incluyendo drenajes) y gaseosos	Indicar un estimado de la cantidad, características y calidad esperada de los desechos sólidos, manejo y disposición final. Incluir cantidades estimadas de materiales reciclables y/o reusables, incluyendo métodos y lugar donde serán procesados.
A, B1	5.9.1.2	Desechos tóxicos peligrosos	Incluir un inventario, el manejo y disposición final de los desechos peligrosos generados, como resultado de la construcción del proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	5.9.2.	Fase de operación	
	5.9.2.1	Desechos Sólidos, líquidos (incluyendo drenajes) y gaseosos	Indicar un estimado de la cantidad, características y calidad esperada de los desechos sólidos, manejo y disposición final. Incluir cantidades estimadas de materiales reciclables y/o reusables, incluyendo métodos y lugar donde serán procesados.
A, B1	5.9.2.2	Desechos tóxicos y peligrosos	Incluir un inventario, el manejo y disposición final de los desechos peligrosos generados, como resultado de la construcción del proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	5.10.	Concordancia con el plan de uso del suelo	El proyecto, obra, industria o actividad propuesto, se debe plantear conforme a la planificación de uso de suelo ya existente para el área de desarrollo, indicando si dicha planificación es local (Municipio), regional (grupo de municipios o cuenca hidrográfica) o nacional. Indicar si existiese plan de desarrollo para el área.
A,	6.	DESCRIPCIÓN	Describir la normativa legal (regional, nacional y municipal) que fue

B1		DEL "MARCO LEGAL (JURÍDICO)	considerada en el desarrollo del Proyecto o que aplica según la actividad de que se trate y necesaria para el aprovechamiento de los recursos naturales.
A, B1	7.	MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN	Exponer el monto de las erogaciones por compra de terrenos, construcción de instalaciones, caminos de acceso, obras de electrificación, agua potable y con fines industriales, compra de maquinaria y equipo, personal calificado y no calificado. Se debe indicar la vida útil del proyecto.
A, B1	8.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO	
A, B1	8.1.	Geología	
A	8.1.1.	Aspectos geológicos regionales	Describir aspectos de interés para la ubicación regional (caracterización general del Proyecto, incluyendo mapas geológicos.) Presentar los mapas geológicos: a) contexto geotectónico; b) contexto estratigráfico y estructural regional, (los mapas incluidos deben presentarse a escala 1:10 000).
A, B1	8.1.2.	Aspectos geológicos locales	Describir las unidades geológicas, incluyendo las rocosas como las de formaciones superficiales. Incluir descripción técnica básica y atributos geológicos fundamentales, así como niveles de alteración y sistemas de fracturas.
A, B1	8.1.3.	Análisis estructural y evaluación	Presentar un análisis de la estructura geológica de las unidades locales y una evaluación geotectónica básica del área del proyecto (geometría de las unidades, contactos, buzamientos, fallas, lineamientos, pliegues y otras). Presentar en un mapa a escala 1:10 000.
A,	8.1.4.	Caracterización geotécnica	Presentar una caracterización geotécnica de los suelos y formaciones superficiales, en función de la susceptibilidad a los procesos erosivos, características de estabilidad, capacidad soportante y permeabilidad.
A, B1	8.1.5.	Mapa geológico del Área del Proyecto (AP) y Área de Influencia Directa (AID)	Presentar un mapa del área, con indicación de los factores indicados (AP Y AID). Acompañar con perfiles y cortes geológicos explicativos, así como columnas estratigráficas que refuercen y clarifiquen el modelo geológico deducido para el terreno en estudio; asimismo, indicar los recursos del medio físico geológico que estén siendo utilizados en la zona (captación de manantiales, pozos, tajos, canteras y otros).

A, B1	8.2.	Geomorfología	
A, B1	8.2.1.	Descripción geomorfológico	Describir el relieve y su dinámica, para poder entender los procesos de erosión, sedimentación y de estabilidad de pendientes. Indicar si existen paisajes relevantes de alta sensibilidad a los impactos.
A, B1	8.3	Suelos	Caracterización de los suelos con vistas a la recuperación y/o rehabilitación de las áreas degradadas, que permitan evaluar el potencial de pérdida de suelos fértiles.
A, B1	8.4..	Clima	Descripción regional y local de las características climáticas (viento, temperatura, humedad relativa, nubosidad, pluviometría, etc.).
A, B1	8.5.	Hidrología	Presentar un estudio hidrológico regional o local, según el proyecto, ligado con el área de influencia directa del mismo (la información se presentará en un mapa hidrológico.
A, B1	8.5.1.	Aguas superficiales y subterránea	Presentar un mapa, ubicando los cuerpos de agua aledaños que puedan ser potencialmente afectados por el Proyecto (toma de agua, efluentes, modificación de cauce o ribera, etc.) e identificación y caracterización de mantos acuíferos aledaños al proyecto(AP), indicando la profundidad del manto freático y las condiciones en que se realizará
A, B1	8.5.2	Calidad del agua	Presentar una caracterización bacteriológica y físico-química de las aguas superficiales y subterráneas, que podrían ser directamente afectadas por el Proyecto, considerando los parámetros que potencialmente pueden llegar a ser alterados por la implementación del proyecto, obra, industria o actividad, tales como: <i>temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales, en suspensión y disueltos, DQO, DBO, oxígeno disuelto, aceites y grasas, metales pesados, nitrógeno, sulfatos, cloro, flúor, coliformes totales, entre otros.</i>
A	8.5.3	Caudales (máximos, mínimos y promedio)	Presentar datos de los caudales de los cuerpos de agua, que puedan ser modificados por las actividades del proyecto.
A	8.5.4.	Cotas de inundación	Presentar la frecuencia histórica de inundaciones en el sitio del Proyecto, con base en experiencia local e informes de las Autoridades correspondientes. En el caso que hubiere zonas inundables, se presentan dichas áreas de una manera gráfica.
A	8.5.5	Corrientes, mareas y oleaje	Cuando el proyecto se encuentra localizado en la zona costera, se deben presentar datos sobre la dinámica hídrica de dicha zona, incluyendo eventos máximos. La información debe ser presentada en forma gráfica y mapas.
A, B1	8.5.6.	Vulnerabilidad a la contaminación de las aguas	Analizar la susceptibilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por las actividades del proyecto.

		subterráneas	
A, B1	8.6	Calidad del aire	Presentar una caracterización general de la calidad del aire. En el caso de áreas urbanas considerar los parámetros que potencialmente pueden llegar a ser alterados por la ejecución del proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	8.6.1	Ruido y vibraciones	Presentar una caracterización del nivel de ruidos y vibraciones en el área de estudio, respecto a áreas urbanas.
A, B1	8.6.2	Olores	Caracterización de los olores en el área de estudio, relacionados con características de viento y otros factores,
A, B1	8.6.3	Fuentes de radiación	Identificar las fuentes de radiación existentes y permisos para operación.
A, B1	8.7	Amenazas naturales	
A, B1	8.7.1	Amenaza sísmica	Indicar las generalidades de la sísmicas y tectónicas del entorno: fuentes sísmicas cercanas al área del proyecto, sismicidad histórica, magnitudes máximas esperadas, intensidades máximas esperadas, periodo de recurrencia sísmica, resultado de la amenaza con base en la aceleración pico para el sitio, periodos de vibración de sitio, micro zonificación en función del mapa geológico.
A, B1	8.7.2.	Amenaza volcánica	Indicar las generalidades de la sísmicas y tectónicas del entorno: fuentes sísmicas cercanas al área del proyecto, sismicidad histórica, magnitudes máximas esperadas, intensidades máximas esperadas, periodo de recurrencia sísmica, resultado de la amenaza con base en la aceleración pico para el sitio, periodos de vibración de sitio, micro zonificación en función del mapa geológico. Esta información deberá ser aportada por todos aquellos proyectos que se ubiquen dentro del radio de 30 Km. de distancia de un centro activo de emisión volcánica.
A, B1	8.7.3.	Movimientos en masa	Señalar las probabilidades de los movimientos gravitacionales en masa (deslizamientos, desprendimientos, derrumbes, reptación, etc.). Esta información deberá ser presentada por todos aquellos proyectos, obras, industrias o actividades, que se desarrollen en terrenos con pendientes mayores al 15 %.
A, B1	8.7.4.	Erosión	Indicar la susceptibilidad del área a otros fenómenos de erosión (lineal, laminar).
A, B1	8.7.5.	Inundaciones	Hacer una definición de la vulnerabilidad de las zonas susceptibles a las inundaciones y en caso de zonas costeras a huracanes u otros..
A, B1	8.7.6	Otros	Señalar la susceptibilidad del terreno a fenómenos de licuefacción, subsidencias y hundimientos, inducidos naturalmente o potencializados por el proyecto. Señalar las áreas ambientalmente frágiles presentes en las colindancias del terreno.
A	8.7.7.	Susceptibilidad	Presentar un mapa que incluya las áreas de susceptibilidad a amenazas naturales, o de riesgo, incluyendo todos los factores

			mencionados anteriormente.
A, B1	9.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIÓTICO	Presentar las características biológicas del área de estudio en función del tipo de zona de vida.
A, B1	9.1.	Flora	Indicar gráficamente el área de cobertura vegetal del sitio afectado por el proyecto, obra, industria o actividad, como por ej: potrero, potrero con árboles dispersos, bosque secundario, bosque primario, manglar, pantanos, cultivos y otros. Indicar el estado general de las asociaciones vegetales, adjuntando un inventario forestal. Puede utilizar la metodología de cambio de uso del suelo.
A, B1	9.1.1.	Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción	Presentar una lista de las especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción que se encuentren en el área del proyecto y el área de influencia directa, de conformidad con las listas oficiales (Listado CITES).
A, B1	9.1.2.	Especies indicadoras	Proponer una serie de especies locales que puedan servir como indicadoras de la calidad ambiental, con fines de monitoreo durante la fase de operación y cierre.
A, B1	9.2.	Fauna	Indicar las especies más comunes del área de estudio y proporcionar datos sobre abundancia y distribución local.
A, B1	9.2.1.	Especies de fauna amenazadas, endémicas o en peligro de extinción	Presentar una lista de las especies de esta categoría que se encuentren en el área de proyecto y el área de Influencia Directa, de conformidad con las listas oficiales (listado CITES).
A, B1	9.2.2.	Especies indicadoras	Proponer una serie de especies locales que puedan servir como indicadoras de la calidad ambiental, con fines de monitoreo.
A, B1	9.3.	Áreas Protegidas y Ecosistemas frágiles	Caracterizar los ecosistemas más importantes de la zona de estudio, especialmente aquellos que pudieran ser afectados por la ejecución del Proyecto. Presentar en un mapa de áreas silvestres, protegidas existentes y otras áreas de protección o ambientalmente frágiles.
A, B1	10.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	
A,	10.1.	Características de	Incluir datos sobre tamaño, estructura, nivel de educación, actividades económicas, tenencia de la tierra, empleo, indicadores de

B1		la población	salud, censo poblacional, aspectos de género y otros de la población cercana al área de proyecto, así como sus tendencias, especialmente aquellas que pueden ser influidas por la ejecución del Proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	10.2.	Seguridad vial y circulación vehicular	Establecer las características actuales de la red vial, los niveles de seguridad y los conflictos actuales de circulación, presentar un análisis en función de la ejecución y operación del Proyecto, obra, industria o actividad.
A, B1	10.3.	Servicios de emergencia	Indicar la existencia y disponibilidad de servicios de emergencia, tales como: estación de bomberos, Cruz Roja, Policía, hospitales, clínicas y otros.
A, B1	10.4.	Servicios básicos	Indicar la existencia y disponibilidad de servicios básicos tales como: agua potable, alcantarillado y drenajes, electricidad, transporte público, recolección de basura, centros educativos, otros y que se relacionen con el proyecto.
A, B1	10.5.	Percepción local sobre el Proyecto	Plantear cuál es la percepción, actitudes y preocupaciones de los habitantes de la zona sobre la ejecución del Proyecto, obra, industria o actividad, y las transformaciones que pueda generar. (Según encuesta de opinión). Señalar los posibles conflictos que puedan derivar de la ejecución; así como el planteamiento del equipo consultor sobre la metodología utilizada para presentar y discutir el proyecto y sus alcances con respecto al medio social y en particular sobre las comunidades cercanas. Incluir el registro de dichas reuniones en el estudio de EIA.
A, B1	10.6.	Infraestructura comunal	Identificar la infraestructura comunal existente (caminos, puentes, centros educativos y de salud, parques, vivienda, sitios históricos, otros), que pueda ser afectada por el proyecto, obra, industria o actividad.
A	10.7.	Desplazamiento y/o movilización de comunidades	Contemplar de manera específica y detallada si el desarrollo del proyecto implica el desplazamiento de personas, familias o comunidades. Realizar un inventario poblacional y su opinión respecto a la situación que le plantea el proyecto.
A, B1	10.8	Descripción del ambiente cultural; valor histórico, arqueológico, antropológico, paleontológico y religioso	Identificar, señalar y caracterizar estos sitios en el Área de Influencia Directa y analizar el efecto del proyecto, obra, industria o actividad sobre los mismos, en coordinación con las autoridades correspondientes, presentando la autorización respectiva.
A, B1	10.9.	Paisaje	Hacer una descripción de los valores recreativos, estéticos y artísticos del área (se recomienda, apoyarse con fotografías que muestren las condiciones existentes del área, los cuales pueden verse afectados por el proyecto, obra, industria o actividad propuesta.
A	10.10	Áreas socialmente sensibles y	Presentar los datos sociológicos obtenidos, definiendo las áreas socialmente sensibles y vulnerables a los efectos del Proyecto (esta

		Vulnerables	información debe apoyarse en mapas utilizando escala apropiada).
A, B1	11.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	
A, B1	11.1.	Alternativas consideradas	Realizar una síntesis, que integre las alternativas consideradas como parte del diseño preliminar y su comparación, describiendo brevemente, los pasos y metodología que condujeron hasta la alternativa seleccionada.
A, B1	11.2.	Alternativa Seleccionada	Incluir una descripción técnica de la alternativa seleccionadas.
A, B1	12.	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	Debe incluirse matriz o conjunto de matrices utilizadas para la identificación y cuantificación de los impactos. (Lista de chequeo y Causa Efecto, entre otras)
A, B1	12.1.	Identificación y valoración de impactos ambientales	Aplicar una metodología convencional que confronte las actividades impactantes del proyecto, obra, industria o actividad, con respecto a los factores del Medio Ambiente que podrían ser afectados, y las valores, analizando las diferentes etapas del proyecto (construcción, operación y abandono).
A, B1	12.2.	Análisis de impactos	Analizar los impactos ambientales que podrían afectar a: a) aire, b) suelo, c) subsuelo, d) aguas superficiales, e) aguas subterráneas, f) flora y fauna g) biotopos acuáticos y terrestres, h) medio socioeconómico, i) recursos culturales e históricos, j) paisaje, k) otros. Señalar la fuente generadora del impacto (descripción y análisis), y definir el conjunto de medidas preventivas, correctivas, de mitigación, de compensación, si se trata de un impacto negativo, o bien para optimizarlas si se trata de un impacto positivo.
A, B1	12.3.	Evaluación de Impacto Social	Efectuar una evaluación de impacto social que estime las consecuencias sociales que altere el normal ritmo de vida de las poblaciones y que afecte la calidad de vida de sus habitantes.
A, B1	12.4.	Síntesis de la evaluación de impactos ambientales	Elaborar un resumen, indicando todos los impactos ambientales que producirá el proyecto, en sus diferentes etapas y el resultado de la valoración de la importancia del impacto ambiental, incluyendo aquellos impactos que generan efectos acumulativos. Hacer una comparación de la calificación de los impactos ambientales, en particular el balance entre los impactos negativos y positivos; y resumir cuáles son los impactos más importantes que producirá el Proyecto.

A, B1	13.	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL (PGA)	<p>Presentar un PGA, donde se expongan las prácticas a implementar para prevenir, controlar o disminuir impactos ambientales negativos y maximizar los impactos positivos significativos que se originen con el Proyecto, obra o actividad.</p> <p>Presentar como síntesis en forma de cuadro resumen, el PGA, que incluya: a) Variables Ambientales Afectadas, b) Fuente generadora del impacto, c) Impacto Ambiental propiamente dicho, d) Cita de la regulación ambiental relacionada con el tema, e) Medidas ambientales establecidas, f) Tiempo de ejecución de esas medidas, g) Costo de las medidas, h) Responsable de aplicación de las medidas, i) Indicador de desempeño establecido para controlar el cumplimiento, j) Síntesis del compromiso ambiental</p>
A, B1	13.1.	Organización del Proyecto y Ejecutor de las medidas de mitigación	Describir la organización que tendrá el Proyecto, tanto en la fase de construcción, como en operación, señalando para cada fase, él o los responsables de la ejecución de las medidas de mitigación.
A, B1	13.2.	Seguimiento y Vigilancia Ambiental (Monitoreo)	<p>Cómo parte del PGA, definir objetivos y acciones específicas del seguimiento y vigilancia ambiental, sobre el avance del plan conforme se ejecutan las acciones del Proyecto, obra o actividad, definiendo claramente cuales son las variables ambientales o factores a los que se les dará seguimiento (los métodos, tipos de análisis, y la localización de los sitios, puntos de muestreo y frecuencia de muestreo, institución responsable).</p> <p>El seguimiento y vigilancia ambiental debe incluir la etapa de construcción, operación y cierre o abandono, dependiendo de la complejidad y tipo del Proyecto y de la fragilidad ambiental del área donde se plantea ubicar.</p>
A, B1	13.3.	Plan de recuperación ambiental para la fase de abandono o cierre	Definir la etapa de abandono o cierre, una vez cumplidos sus objetivos presentar un plan que incluya las medidas que serán tomadas para recuperar el sitio del área del proyecto, estableciendo claramente el estado final del mismo una vez concluidas las operaciones, de tal forma que pueda ser corroborado.
A, B1	14	ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA	Elaborar un análisis de las probabilidades de exceder las consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular. Indicar vulnerabilidad de los elementos expuestos y el riesgo que puede ser provocado por el hombre, o la naturaleza.
A, B1	14.1.	Plan de contingencia	Presentar medidas a tomar como contingencia o contención en situaciones de emergencia derivadas del desarrollo del proyecto obra, industria o actividad, y/o situaciones de desastres naturales, en el caso que dichos proyectos, obras, industrias o actividades se encuentren en áreas frágiles o que por su naturaleza representen peligro para el medio ambiente o poblados cercanos, así como los que sean susceptibles a las amenazas naturales. (Planes contra riesgo por sismo, explosión, incendio, inundación o cualquier otra

			eventualidad.)
	15.	ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD	Presentar un análisis general de la situación ambiental del Área de Proyecto previo a la realización del proyecto, y el Área de Influencia como consecuencia del desarrollo del mismo.
A, B1	15.1.	Pronóstico de la calidad ambiental del Área de Influencia.	Con base en la situación ambiental actual del Área de Influencia del mismo, realizar un análisis de la calidad ambiental que tendrá el área de influencia a partir de la implementación del Proyecto, tomando en cuenta las medidas a aplicar tanto dentro del ámbito del Proyecto, como de sus efectos acumulativos.
A, B1	15.2.	Síntesis de compromisos ambientales, medidas de mitigación y de contingencia	Presentar en un cuadro, un resumen de los compromisos ambientales establecidos en el PGA y del análisis de riesgo y de contingencia, estableciendo los lineamientos ambientales que regirán el desarrollo del proyecto en sus diferentes fases, en función de los factores ambientales.
A, B1	15.3.	Política Ambiental del Proyecto	Como síntesis de las medidas de mitigación propuestas, resumir la Política Ambiental que deberá regir al Proyecto durante toda su ejecución, incluyendo como mínimo su objetivo, alcances, el compromiso con el mejoramiento continuo, control y seguimiento ambiental y la buena relación con las comunidades vecinas.
A, B1	16.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Presentar un listado de toda la bibliografía (libros, artículos, informes técnicos y otras fuentes de información) citada en los diferentes capítulos del Estudio de EIA (referencias bibliográficas completas y siguiendo los procedimientos convencionales de citado bibliográfico: autor(es), año, título, fuente en que se encuentra, número de páginas, y ciudad de publicación o edición.
A, B1	17	ANEXOS	Los anexos deben estar numerados y debidamente referenciados en el texto.

Los términos de referencia para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental se aplicarán tanto para los proyectos de Alto Impacto ambiental (categoría A) o bien los catalogados como de moderado a alto

impacto ambiental (categoría B1) después de realizada la Evaluación Ambiental Inicial.

Para lo que, en la primera columna de la tabla se indica las letras que corresponden a la categorías de proyectos, obras, industrias o actividades e indica las secciones que serán tomadas en cuenta para la elaboración de los correspondientes estudios.

Los Términos de Referencia Generales, servirán de base para la elaboración a futuro de los Términos de Referencia Específicos por sectores.

Cuando sea necesario y así lo determine el MARN, se aplicará el formato de Determinación de Términos de Referencia, que sean específicos para el tipo de proyecto, obra, industria o actividad a realizar.