



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

**DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA PARA MEJORAR EL ESTADO ACTUAL
DE LAS CALDERAS DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE
SEGURIDAD SOCIAL A NIVEL NACIONAL**

Roberto Enrique Ortíz Solórzano

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, enero de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DIAGNOSTICO Y PROPUESTA PARA MEJORAR EL ESTADO ACTUAL
DE LAS CALDERAS DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE
SEGURIDAD SOCIAL A NIVEL NACIONAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ROBERTO ENRIQUE ORTÍZ SOLÓRZANO

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ENERO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Guerrero de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR:	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR:	Ing. Julio César Molina Zaldaña
SECRETARIO:	Inga. Marcia Ivonne 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:

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA PARA MEJORAR EL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL A NIVEL NACIONAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 28 de febrero del año 2006.

Roberto Enrique Ortíz Solórzano

DEDICATORIA

- A Dios Por darme salud y sabiduría para alcanzar este gran logro en mi vida.
- A mis padres Felipe Ortiz Sales
Herminia Solórzano Barahona
Por sus sacrificios y su incondicional apoyo para que culminara mi carrera.
- A mis hermanos Victoria Saraí, Madeleyne Jazmín y Delvis Steve.
- A mis abuelos Victoria Barahona Cruz (Q.E.P.D.)
Juan Francisco Solórzano Coronado (Q.E.P.D.)
- A mis tíos Víctor Solórzano Barahona
Leticia Solórzano Barahona
Carmen Solórzano Barahona
Alexander Lorenzo Barahona (E.P.D.)
Dinora Lorenzo Barahona
- A mis primos Por ser mis amigos, y estar en las distintas fases de mi vida siempre apoyándome.
- A mi Puerto San José

AGRADECIMIENTOS

A DIOS todopoderoso, por ser el amigo que nunca falla, el que me siempre esta conmigo en los buenos y malos momentos de mi vida. Y porque es el único merecedor de recibir toda la honra y gloria.

Al ingeniero Roberto Guzmán Ortiz, por su apoyo para la realización del presente trabajo.

Al señor Julio René Andrino Saravia, por su valiosa colaboración en el desarrollo de este trabajo y por compartir todos sus conocimientos.

Al ingeniero José Ismael Véliz Padilla, por ser sus valiosos consejos, y por ser una fuente inagotable de conocimientos y experiencias.

A mis recordados compañeros y queridos amigos de estudio, por todos los momentos buenos y malos, pero inolvidables que pasamos.

A la división de mantenimiento del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, por permitirme realizar la investigación y desarrollo de este trabajo de graduación.

A la tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser la universidad del pueblo y ser grande entre las grandes universidades de Latinoamérica.

A la gloriosa Facultad de Ingeniería, por permitirme que me forjara un mejor porvenir en sus benditas aulas, a base de esfuerzos y sacrificios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y PRINCIPIOS DE OPERACIÓN	1
1.1. El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social	1
1.2. Misión y Visión	2
1.3. La división de mantenimiento y sus funciones	2
1.3.1. Misión y visión	4
1.3.2. Objetivos de la dependencia	4
1.3.3. Mapa de ubicación de la división de mantenimiento	5
1.3.4. Organización	6
1.4. La caldera	7
1.5. Sistemas de la caldera	8
1.5.1. Los quemadores y el sistema de control	9
1.5.2. Sistema de aire para la combustión	10
1.5.3. Sistema de ignición automática	11
1.5.4. Sistema de aire de atomización	12
1.5.5. Sistema de suministro de combustible	13
1.5.6. Sistema de modulación de quemado	15
1.6. Accesorios y equipos auxiliares utilizados en las calderas	16

1.6.1. Accesorios para calderas	17
1.6.2. Equipos auxiliares	18
1.7. Cálculo del consumo de combustible en una caldera	20
2. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL A NIVEL NACIONAL	21
2.1. Diagnóstico de las calderas del área metropolitana	21
2.1.1. Hospital de gineco-obstetricia zona 12	22
2.1.2. Hospital de enfermedades zona 9	34
2.1.3. Hospital general doctor Juan José Arévalo Bermejo zona 6	46
2.1.4. Hospital de pedriatría zona 9	58
2.1.5. Hospital de general de accidentes zona 4 de mixco	70
2.2. Diagnóstico de las calderas del área departamental	82
2.2.1. Hospital de Escuintla	82
2.2.2. Hospital de Mazatenango	94
2.2.3. Hospital de Retalhuleu	105
3. PROPUESTA PARA MEJORAR EL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS	117
3.1. Guía para programación de mantenimiento preventivo para calderas de unidades hospitalarias del IGSS	117
3.1.1. Semanales	117
3.1.2. Mensuales	118
3.1.3. Trimestrales	120
3.1.4. Semestrales	121
3.1.5. Anuales	122
3.2. Rutinas de mantenimiento preventivo para calderas de las unidades hospitalarias del IGSS	.123
3.2.1. Conjunto de quemador	.123

3.2.1.1. Chequeo de funcionamiento	123
3.2.1.2. Boquillas	124
3.2.1.3. Cuerpo del quemador	124
3.2.1.4. Electrodo de ignición	124
3.2.1.5. Aislantes de electrodo de ignición	125
3.2.1.6. Cables de ignición	125
3.2.1.7. Piloto de gas	126
3.2.1.8. Foto-celda	126
3.2.1.9. Combustión	127
3.2.1.10. Control de nivel de agua	128
3.2.1.11. Tubo de nivel	129
3.2.1.12. Flotador	129
3.2.1.13. Diafragma del flotador	130
3.2.1.14. Columna del Mc. Donnell	130
3.2.1.15. Purga	130
3.3. Línea y bomba de alimentación de agua	131
3.3.1. Cebado	131
3.3.2. Lubricación de cojinetes	131
3.3.4. Alineación	132
3.3.5. Impulsor	133
3.3.6. Accesorios de tubería	134
3.4. Cuerpo de la caldera	135
3.4.1. Limpieza del lado de agua	135
3.4.2. Limpieza del lado de fuego	136
3.4.3. Fugas en los tubos	137
3.4.4. Material refractario	137
3.4.5. Empaques	138
3.4.6. Pernos y tuercas	138
3.4.7. Fugas de agua, vapor y gases de combustión	138

3.5.	Sistema de combustible	. 138
3.5.1.	Línea de alimentación	138
3.5.2.	Nivel de tanque principal	139
3.5.3.	Nivel de tanque de diario	. 139
3.5.4.	Filtro de línea de alimentación	139
3.5.5.	Fajas de transmisión	140
3.5.6.	Alineación	. 140
3.5.7.	Bomba de alimentación del tanque principal al tanque de diario	141
3.5.8.	Válvulas solenoides	141
3.5.9.	Malla de ventilador	142
3.5.10.	Lubricación del motor ventilador	142
3.5.11.	Fajas de transmisión	142
3.5.12.	Vibraciones en el motor y ventilador	. 143
3.6.	Tanque de condensados	143
3.6.1.	Filtro de válvula de entrada de agua al tanque	143
3.6.2.	Filtro de la descarga a la bomba de alimentación	144
3.6.3.	Limpieza del tanque	144
3.6.4.	Sistemas de tratamiento de agua	144
3.7.	Sistema eléctrico	145
3.7.1.	Revisión de terminales	. 146
3.7.2.	Limpieza de platinos	146
3.7.3.	Limpieza del control programador	146
3.8.	Controles de la caldera	147
3.8.1.	Cápsulas de mercurio del Mc. Donnell	. 147
3.8.2.	Termostatos	148
3.8.3.	Válvulas de seguridad	148
3.8.4.	Termómetros	148
3.8.5.	Manómetros	149

3.8.6. Válvulas en general	150
3.8.7. Control de la presión de vapor	150
3.8.8. Chimenea	150
3.8.9. Pintura y limpieza	151
4. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERAS	153
4.1. Concepto de caldera	153
4.2. Función de una caldera en un hospital	153
4.3. Registro de datos en la caldera	153
4.4. Purga	155
4.5. Afinación de la caldera	157
4.6. Limpieza de los tubos de la caldera	158
4.6.1. Limpieza lado de agua	159
4.6.2. Limpieza lado de fuego	159
4.7. Operación eficiente de la caldera	160
4.7.1. Eficiencia de una caldera	160
4.7.2. Parámetros que afectan la eficiencia de una caldera	162
4.7.3. Tratamiento del agua para calderas	169
4.8. Sistema de alimentación de agua	175
4.8.1 Sistema de recepción de condensado	176
4.8.2. Sistema de bombeo	177
CONCLUSIONES	179
RECOMENDACIONES	181
BIBLIOGRAFÍA	183
ANEXOS	185

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de ubicación, división de mantenimiento	5
2	Organigrama de la división de mantenimiento	6
3	Esquema de una caldera pirotubular	8
4	Componentes del quemador de combustible	9
5	Motor del ventilador	10
6	Electrodo de ignición	12
7	Compresor de aire para la atomización	13
8	Bomba de suministro de combustible	15
9	Motor modulador de registro	16
10	Medidor del nivel de agua	18
11	Precalentador de combustible	20
12	Detalle de electrodo de ignición	125
13	Fotocelda	127
14	Termómetro de la chimenea	128
15	Niveles de agua en una caldera	129
16	Alineación de bomba y motor en el sistema de agua	133
17	Accesorios de tubería de alimentación de agua, juntas, anclajes y coladeras	135

18	Tubos de la caldera	137
19	Alineación bomba- motor en el sistema de combustible	141
20	Válvulas solenoides	142
21	Sistema de tratamiento químico del agua de alimentación	145
22	Control programador	147
23	Termómetro	149
24	Manómetro	149
25	Chimenea de una caldera	151
26	Superficie exterior de una caldera	152
27	Variación en pérdidas de eficiencia de caldera a distintos regímenes de fuego o porcentajes	164
28	Variación en la eficiencia de combustión con la temperatura de gases de chimenea para diferentes niveles de exceso de aire	165
29	Pérdida de eficiencia por incremento de la temperatura	166
30	Mejora de la eficiencia por reducción de la presión de operación de la caldera	168
31	Instalación de un tanque de condensados	177
32	Bomba tipo turbina acoplada a un motor eléctrico	178

TABLAS

I	Hoja de diagnóstico caldera 1 hospital de gineco-obstetricia	22
II	Hoja de diagnóstico caldera 2, hospital de gineco-obstetricia	28
III	Hoja de diagnóstico caldera 1, hospital de enfermedades zona 9	34
IV	Hoja de diagnóstico caldera 2, hospital de enfermedades zona 9	40
V	Hoja de diagnóstico caldera 1, hospital doctor Juan José Arévalo Bermejo zona 6	46
VI	Hoja de diagnóstico caldera 2, hospital doctor Juan José Arévalo Bermejo zona 6	52
VII	Hoja de diagnóstico caldera 1, hospital de pediatría zona 9	58
VIII	Hoja de diagnóstico caldera 2, hospital de pediatría zona 9	64
IX	Hoja de diagnóstico caldera 1, hospital general de accidentes	70
X	Hoja de diagnóstico caldera 2, hospital general de accidentes	76
XI	Hoja de diagnóstico caldera 1, hospital de Escuintla	82
XII	Hoja de diagnóstico caldera 2, hospital de Escuintla	88
XIII	Hoja de diagnóstico caldera 1, hospital de Mazatenango	94
XIV	Hoja de diagnóstico, caldera 2, hospital de Mazatenango	100
XV	Hoja de diagnóstico caldera 1, hospital de Retalhuleu	105
XVI	Hoja de diagnóstico caldera 2, hospital de Retalhuleu	111
XVII	Resumen del costo total para reparar todas las calderas	116
XVIII	Límites de sólidos en agua de calderas	157

GLOSARIO

Aislante	Material utilizado para separar la superficie del material que lo posee con el ambiente exterior a él, evitando la pérdida de calor.
Asbesto	Mineral de fibras duras y rígidas, utilizado como aislador de calor.
Bomba de Combustible	Lleva el aceite combustible del tanque de almacenamiento y lo suministra comprimido al sistema del quemador.
Bunker	Combustible derivado del petróleo utilizado en algunas calderas, también llamado aceite numero 6.
Caldera	Equipo generador de vapor que consiste en un recipiente lleno de agua y que está sometido a altas presiones y temperaturas en el cual se encuentran una serie de elementos que permiten mantener controlada tanto la generación como la distribución de vapor.

Combustión	Reacción química, caracterizada por ser instantánea y principalmente por su desprendimiento de calor y luz. Son necesarios tres elementos para que se de, estos son: 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.
Fotocelda	Sensor de luz, utilizado en las calderas para detectar la presencia de la llama.
Incrustación	Capa en forma de costra 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.
Purga	Es el proceso por el cual se controla la concentración de sólidos suspendidos y disueltos en el agua de la caldera por remoción de parte del agua con alto contenido de sólidos y su reemplazo con agua de alimentación con bajo contenido de sólidos

RESUMEN

En el capítulo uno se da una breve reseña del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social y de las atribuciones de la división de mantenimiento. Luego se da una descripción de que es una caldera y de todos los sistemas y accesorios que este equipo posee.

En el capítulo dos se describe en que se basa el diagnóstico, y se encuentran las hojas de diagnóstico de cada caldera con su respectivo costo de reparación, esto para cada una de las distintas unidades hospitalarias.

En el capítulo tres se propone una guía para rutinas de mantenimiento preventivo para las calderas de la institución, con el fin de mejorar el estado actual de las mismas.

En el capítulo cuatro se plasma un programa de capacitación para el personal de operación y mantenimiento de calderas, ya que es de suma importancia que el personal este debidamente capacitado para poder solucionar cualquier problema que se pueda presentar.

OBJETIVOS

General

Realizar un diagnóstico del estado actual de todas las calderas con las que cuenta el instituto y hacer una propuesta para mejorar su estado actual.

Específicos

1. La familiarización con cada uno de los equipos utilizados en una unidad hospitalaria, específicamente con los generadores de vapor con el objeto conocer a fondo y de una forma detallada la operación de estos equipos, para poder dar soluciones a los problemas que se presenten.
2. Realizar un informe detallado del estado actual de las calderas con el costo aproximado que tendrá su reparación con el fin de que las autoridades tomen cartas en el asunto y se brinde la atención necesaria a estos equipos, que son de suma importancia para cada unidad hospitalaria.
3. Desarrollar una guía de rutinas de mantenimiento preventivo que garanticen el buen funcionamiento de las todas las calderas de la institución.

4. Hacer conciencia en las autoridades de cada una de las unidades hospitalarias del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social de la importancia de capacitar al personal de operación y mantenimiento de calderas.

INTRODUCCIÓN

A solicitud de la jefatura de la división de mantenimiento del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, se desarrollo este trabajo de graduación ya que el Instituto cuenta con dieciséis calderas a nivel nacional, cada unidad hospitalaria cuenta con dos calderas una que se mantiene funcionando durante seis meses y la otra en mantenimiento, luego de estos seis meses entra a funcionar la que se encontraba en mantenimiento y queda fuera de servicio la que estaba funcionando

Por ende es de suma importancia hacer un diagnóstico del estado actual de todas las calderas que tiene el Instituto con el fin de tener el costo aproximado que tendrá la reparación de las mismas, para poder así incluir este costo en el presupuesto asignado a esta dependencia.

Otro de los propósitos es el de implementar rutinas de mantenimiento adecuadas a las calderas que la institución posee, esto para mejorar el estado actual de las mismas. Además se busca iniciar el proceso de capacitación para el personal de operación y mantenimiento de calderas ya que es de suma importancia que tanto los operadores como encargados del mantenimiento de estos equipos sepan solucionar cualquier problema que se presente en las calderas y esto se logra únicamente con programas de capacitación.

1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y PRINCIPIOS DE OPERACIÓN

1.1. El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

El 30 de octubre de 1946, el congreso de la república de Guatemala, emite el decreto número 295, la ley orgánica del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Se crea así una institución autónoma, de derecho público, de personería jurídica propia y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones, cuya finalidad es aplicar en beneficio del pueblo de Guatemala, un régimen nacional, unitario y obligatorio de seguridad social.

Esto significa que debe cubrir todo el territorio de la república, debe ser único para evitar la duplicación de esfuerzos y de cargas tributarias; los patronos y trabajadores de acuerdo con la ley, deben de estar inscritos como contribuyentes, no pueden evadir esta obligación, pues ello significaría incurrir en la falta de previsión social.

La constitución política de la república de Guatemala, promulgada el 31 de mayo de 1985, dice en el artículo 100: "Seguridad Social". El estado reconoce y garantiza el derecho de la seguridad social para beneficio de los habitantes de la nación".

1.2. Misión y Visión

- **Misión**

Garantizar servicios de seguridad social a los trabajadores guatemaltecos y sus familias, orientados a elevar su nivel de vida.

- **Visión**

Un país con trabajadores sanos, respaldados por servicios de salud y previsión, efectivos y modernos que contribuyan al bienestar integral del trabajador y su familia.

1.3. La división de mantenimiento y sus funciones

La división de mantenimiento, es una dependencia del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, encargada de planear, organizar, dirigir, ejecutar y supervisar todas las actividades y trabajos que implican las construcciones que decida ejecutar el Instituto, así como las modificaciones, ampliaciones y mejoras de edificios, además del mantenimiento preventivo y correctivo de todos los edificios y sus instalaciones, ya sean éstas de su propiedad o al servicio de la Institución.

Entre otras de las atribuciones de la división de mantenimiento podemos mencionar las siguientes: organizar, dirigir, ejecutar y supervisar el mantenimiento de:

- Equipos y aparatos médicos hospitalarios, generadores de vapor, autoclaves, plantas de emergencia, compresores, bombas de vacío.
- Aparatos y maquinas para uso de oficinas tales como calculadoras, sumadoras, etc.

Cuando por su especial naturaleza y características o por convenir así a la institución, se pacten con personas individuales o jurídicas construcciones u obras en general, reparaciones, instalación de equipos y mantenimiento de estos, la división de mantenimiento planeará y supervisará todo lo concerniente a contratos, especificaciones y demás condiciones en que se pacten la ejecución de estos trabajos.

Intervenir en licitaciones, contratos para planificación y construcción de obras y servicios, que se relacionen con las funciones y obligaciones propias de la división.

Prestar a través de la jefatura de la división, asesoría en todos los asuntos relacionados con ingeniería, arquitectura y mantenimiento que se soliciten por las autoridades del instituto.

Mantener estrecha colaboración con todas las dependencias en asuntos de interés para éstas y que sean competencia de la división.

Llevar un control de costos sobre cada obra o trabajo realizado, dando cuenta de ello a las autoridades y dependencias que por sus atribuciones necesiten conocer de estas informaciones.

Mantener debidamente informada a la gerencia, por medio de un informe mensual de labores, sobre las actividades desarrolladas por la división y los problemas encontrados.

1.3.1. Misión y visión

- **Visión**

Que el instituto cuente con una infraestructura básica y eficiente, para brindar los servicios de atención médica en salud a toda la población afiliada y sus beneficiarios.

- **Misión**

Planificar y supervisar las construcciones y modificaciones de las unidades médicas del instituto y ejecutar y supervisar el mantenimiento de las mismas.

1.3.2. Objetivos de la dependencia

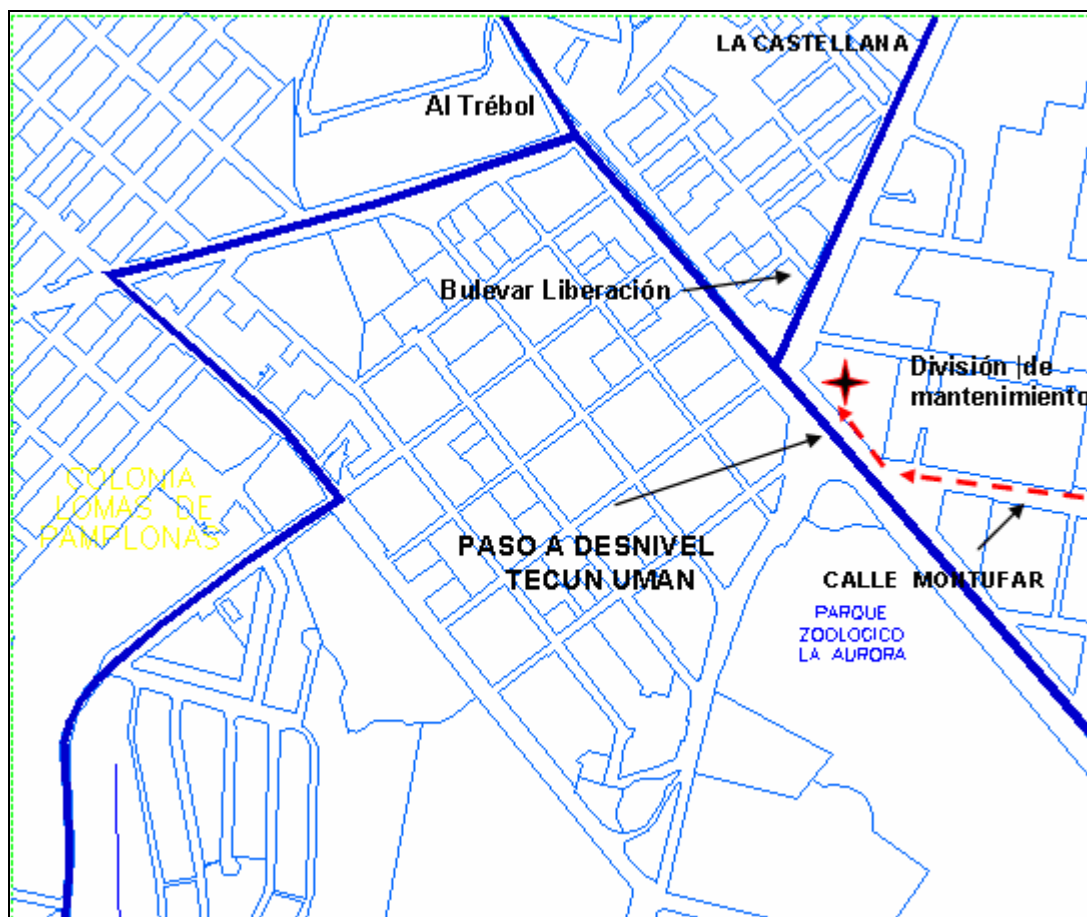
Mejorar la infraestructura médica-administrativa y planificar la creación de una nueva infraestructura para descentralizar los servicios con el objeto de cubrir la demanda de servicios de atención en salud, en espacios diseñados como unidades médicas.

Mejorar en un alto porcentaje el mantenimiento de las unidades, así como el equipo médico hospitalario, especialmente el mantenimiento preventivo.

Reducir en un alto porcentaje el uso de inmuebles arrendados, para unidades médicas y administrativas ya que su adaptación a las mismas se convierten en inoperantes.

1.3.3. Mapa de ubicación de la división de mantenimiento

Figura 1 Mapa de ubicación, división de mantenimiento



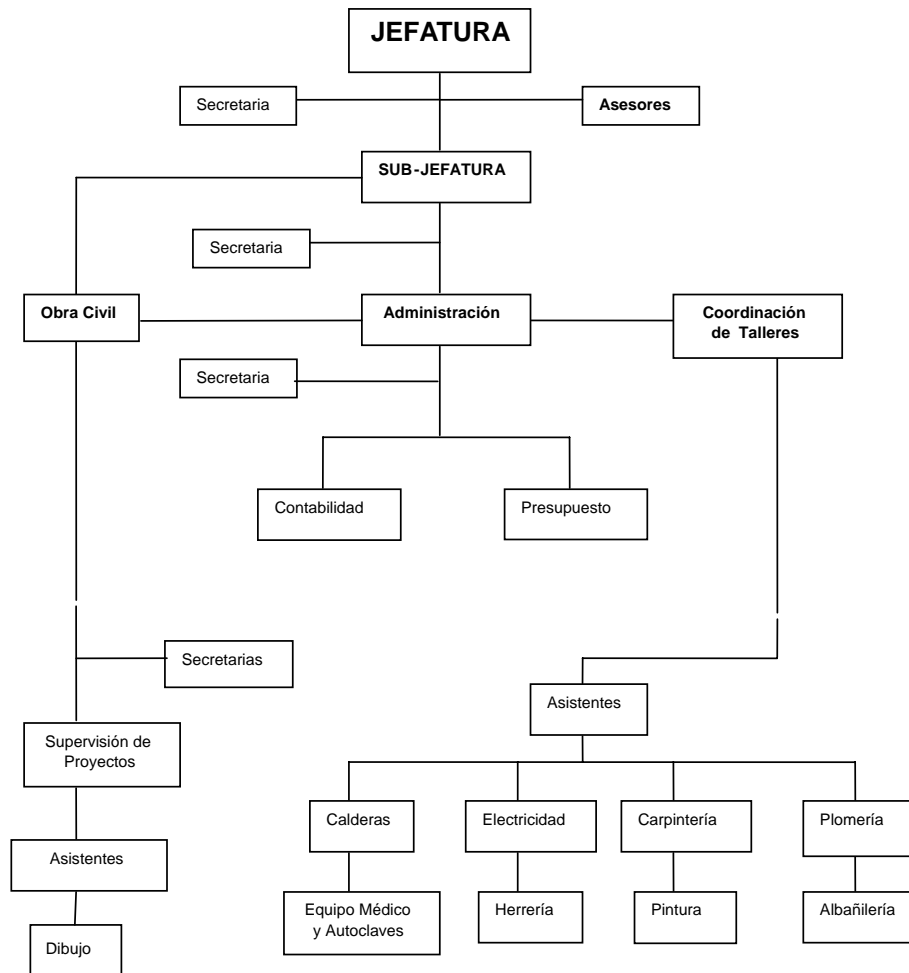
Fuente: División de mantenimiento, departamento de infraestructura

Para llegar a la división se debe tomar la calle Montúfar (12 calle zona 9) hacia el paso a desnivel de Tecun Umán y antes de llegar a este paso cruzar a la derecha en la paralela al bulevar liberación (diagonal 12 zona 9).

1.3.4. Organización

La división mantenimiento se organiza de la manera siguiente:

Figura 2 Organigrama de la división de mantenimiento



Fuente: División de mantenimiento, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

La división de mantenimiento está bajo la dirección de un jefe, quien es el responsable del buen funcionamiento de la dependencia y de la eficacia de los trabajos a ella encomendados.

Todas las actividades de mantenimiento se enfocan dentro del aspecto preventivo o sea lograr la conservación del edificio y equipos, en las óptimas condiciones de funcionamiento anticipándose a la ocurrencia de los desperfectos y evitando en todos los casos, la paralización de los servicios.

Para el oportuno y eficaz cumplimiento de sus obligaciones la división de mantenimiento cuenta con un fondo de caja chica destinado a la adquisición de artículos y materiales de emergencia. El monto de dicho fondo es fijado por la subgerencia de administración financiera, previo estudio de las necesidades y se normará por las leyes de la materia y en especial por lo que determina el acuerdo No. 434 de junta directiva.

La división de mantenimiento, lleva un cuadro control de todos los equipos del instituto, sujetos a mantenimiento, en el que consigna entre otros los siguientes datos: fecha de adquisición, revisiones, inspecciones de rutina, reparaciones ordinarias y extraordinarias, materiales y accesorios empleados, consumo de lubricantes y combustibles. Con el objeto de poder establecer costos de mantenimiento y de operación.

1.4. La caldera

Una caldera es un equipo generador de vapor que consiste en un recipiente herméticamente sellado que está sometido a altas presiones y

temperaturas, en el cual se encuentran instalados una serie de elementos que permiten mantener controlada tanto la generación como la distribución de vapor.

Figura 3 Esquema de una caldera pirotubular



Fuente: Hospital de Gineco-Obstetricia

1.5. Sistemas de la caldera

La caldera está conformada por una serie de sistemas, que permiten mantener controladas cada una de las fases de la generación de vapor, a continuación veremos de una forma detallada cada uno de los sistemas que conforman una caldera.

1.5.1. Los quemadores y el sistema de control

El propósito principal de un quemador es mezclar y dirigir el flujo de combustible y aire, de tal manera que se asegure el encendido rápido y la combustión completa.

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.

Figura 4 Componentes del quemador de combustible



Fuente: Hospital de enfermedades zona 9

1.5.2. Sistema de aire para la combustión

El aire para combustión, también 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.

Figura 5 Motor del ventilador



Fuente: Hospital de Retalhuleu

1.5.3. Sistema de 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 tienen 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.

Figura 6 Electrodo de ignición



Fuente: Hospital de enfermedades zona 9

1.5.4. Sistema de aire de atomización

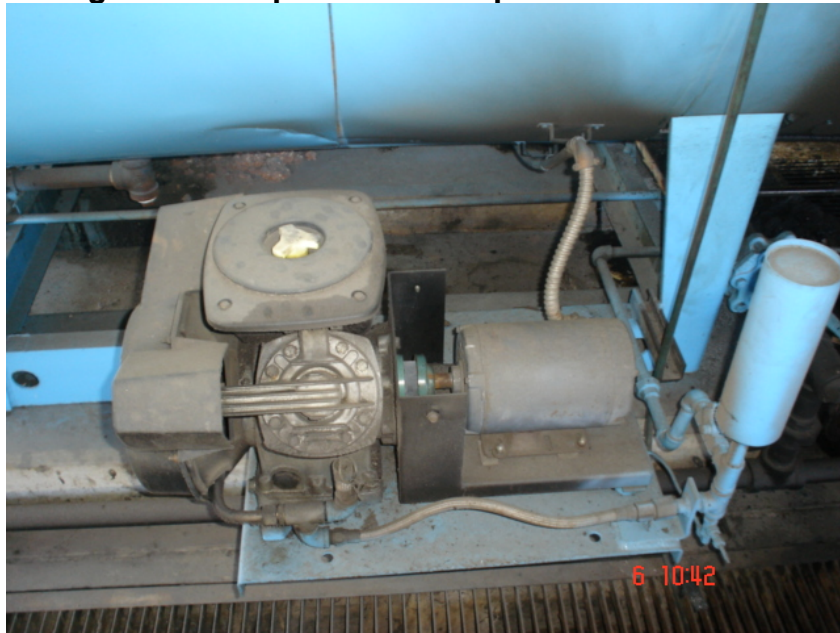
El aire para atomización, llamado “aire primario” se abastece por la bomba de aire al tanque receptor de aire-aceite y se entrega a presión a través del bloque múltiple al conjunto del inyector del quemador de combustible.

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 las

paletas de la bomba. Como resultado, el aire devuelto al tanque contiene un poco de aceite lubricante antes de que el aire venga al quemador.

Figura 7 Compresor de aire para la atomización



Fuente: Hospital de Mazatenango

1.5.5. Sistema de suministro de combustible

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

El aceite fluye de un colador al inyector. Una válvula de retención se instala en la línea al conjunto del 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 carga.

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. Se les suministra por medio de una adecuada presión del aire para combustión y aire a presión de la bomba.

La válvula medidora de aceite y el registro rotatorio de aire (el cual da 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 de 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.

Figura 8 Bomba de suministro de combustible



Fuente: Hospital de Escuintla

1.5.6. Sistema de modulación de quemado

Es la función del motor modulador, cuya operación se controla automáticamente por un control modulador de presión, para calderas de vapor. También se cuenta con un potenciómetro accionado manualmente para fijar al motor una asignación seleccionada de fogueo.

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 la 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.

Figura 9 Motor modulador de registro



Fuente: Hospital de Escuintla

1.6. Accesorios y equipos auxiliares utilizados en las calderas

El equipo auxiliar de las calderas consta de dispositivos y accesorios 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 en general,

a diferencia de los dispositivos y accesorios, que comprenden aquellas partes directamente conectadas a la caldera o dentro de la misma.

1.6.1. Accesorios para calderas

- **Válvulas de seguridad:** 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. Las válvulas de seguridad de disparador, para calderas de vapor funcionan de la siguiente manera, cuando la presión alcanza un punto predeterminado, la válvula se dispara, quedando completamente abierta y permaneciendo así, hasta que baje nuevamente la presión.
- **Interruptores de bajo nivel de agua:** Todas las calderas 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.
- **Alimentadores de agua:** Dan alimentación automática de agua a la caldera, y entran en acción siempre que el nivel desciende hasta una altura determinada. Cuando la presión es menor de 250 psi se emplea frecuentemente, una válvula de flotador que usualmente opera con el interruptor de bajo nivel.

- Indicadores del nivel de agua: 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.

Figura 10 Medidor del nivel de agua



Fuente: Hospital de Retalhuleu

1.6.2. Equipos auxiliares

- Instrumentos: Las calderas de vapor deben tener forzosamente un manómetro para la medición de la presión. Otros accesorios complementarios que pueden incluir son: medidor de gasto para el agua de alimentación, medidor de flujo de vapor, termómetro para los gases de escape, termómetro para el combustible de admisión,

manómetro para el aire de admisión y otros instrumentos de control y medición.

- Sopladores para hollín: Los ductos de paso, en el lado de 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. Para contrarrestar lo anterior, se acostumbra instalar equipos de tratamiento de agua, para desmineralizarla y suavizarla antes de entrar a la caldera.
- Precalentadores: 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 precalentadores 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 precalentadores de radiación. Los precalentadores de convección tienen más rendimiento al aumentar la producción de la caldera en los precalentadores de radiación sucede lo contrario.

Figura 11 Pre calentador de combustible



Fuente: Hospital de Escuintla

1.7. Cálculo del consumo de combustible en una caldera

El consumo teórico de una caldera (como las del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social de 125 BHP), en condiciones normales de operación, con calidad de combustible controlado, es aproximadamente de un (01) galón por hora de operación por cada 20 BHP, (1 galón/ (1Hr*20BHP), es decir, las calderas del Instituto consumen teóricamente un promedio de:

Si C= Consumo promedio por hora, entonces:

$$C = \frac{1 \text{ galón} * 125 \text{ BHP}}{1 \text{ Hr} * 20 \text{ BHP}} = 5 \text{ Galones./hora.}$$

Por 12 horas de operación diaria = (5 Galones/hora)*(12 horas/día) = 60 Galones/día.

Por 30 días del mes = 60 Galones/día *30 días = 1,800 galones mensuales.

2. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL A NIVEL NACIONAL

El siguiente diagnóstico esta basado en la realización de inspecciones físicas y pruebas a los distintos elementos que conforman la caldera, para ello a se hizo una recopilación de cada uno de estos elementos en una hoja de diagnóstico en la cual se da un dictamen de su estado actual. Luego se da un aproximado del costo que tendría su reparación o su reemplazo. Al final se puede observarse el costo aproximado para reparar al 100% la caldera.

2.1. Diagnóstico de las calderas del área metropolitana

A continuación se presentan las hojas de diagnostico de las calderas del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social del área metropolitana.

Los hospitales del área metropolitana que tienen calderas son los siguientes: hospital de gineco-obstetricia, hospital de pediatría, hospital de general enfermedades, hospital de general de accidentes y hospital doctor Juan José Arévalo Bérmejo.

2.1.1. Hospital de gineco-obstetricia zona 12

A continuación se presenta el diagnóstico de la caldera 1 del hospital de gineco-obstetricia.

Tabla I Hoja de diagnóstico caldera 1 hospital de gineco-obstetricia

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 5 de junio de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Byron Aguilar	
HOSPITAL: Gineco-Obstetricia		NOMBRE OPERADOR: Faustino Toc	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Genesis	
CALDERA NUMERO: 1		COMBUSTIBLE: Bunke	NO. DE BIEN: S/N
MARCA : Cleaver Brooks		MODELO: CB-600-125	SERIE: L-65113
CAPACIDAD: 125 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR : Q300,900.00
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)		90	Esta caldera salio de servicio el dia
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)		10	9 de agosto de 2006, ya debería recibir
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)		80	mantenimiento semestral, queda
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)		210	pendiente hacer listado de materiales
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)		45	para darle mantenimiento.
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)		375	

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador	/				
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición	/				
Motor modulador del registro	/				
Interruptor de bajo fogueo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama	/				
Transformador del motor modulador del registro	/				
Luces indicadoras	/				
Control Programador	/				
Ventilador	/				
Timbre de alarma			X		Hay que cambiar Q300
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua	/				
Panel Eléctrico	/				
Chimenea	/		X		Reparación Q12000
Termóstato de la chimenea	/				
Tapadera Manhole	/				
Compresor de aire	/				
Filtro del aire	/				
Válvula de retención	/				
Tanque receptor de aire-aceite	/				
Manómetro de la presión del aire para atomización	/				
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante	/				
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)	/				
Colador de aceite lubricante	/				
Válvula de control de la admisión de aire	/				
Interruptor del tirador de aceite	/				
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)	/				
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)	/				

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor	/				
Control de límite de presión para operación	/				
Control de alto límite de presión	/				
Control modulador de la presión	/				
Válvula de retención	/				
Manifold de Distribución de Vapor			X		Hay que reparar Q9500
Válvula(s) de seguridad	/				
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller	/				
Mcdonnell Miller auxiliar	/				
Flotador del Mcdonnell Miller	/				
Diafragma del Mcdonnell Miller	/				
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller	/				
Columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora	/				
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas	/				
Válvula de gas principal	/				
Válvula de mariposa	/				
Regulador de la presión de gas	/				
Manómetro de la presión del piloto de gas	/				

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Conjunto del Pre calentador de combustible	/				
Colador de combustible	/				
Serpentín del pre calentador de combustible	/				
Trampa de vapor del pre calentador de combustible	/				
Interruptor del calentador de combustible	/				
Resistencias del pre calentador eléctrico de combustible	/				
Termostato del calentador de vapor			X		Hay que cambiar Q6000
Válvula de retención del calentador de vapor	/				
Válvula de vapor del calentador de combustible	/				
Regulador de la presión del calentador de vapor	/				
Termostato del calentador eléctrico de combustible	/				
Manómetro de la presión de entrada del combustible			X		Hay que cambiar Q150
Válvula de escape del combustible	/				
Purgador de condensación	/				
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible	/				
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible		X			Hay que cambiar Q250
Regulador de la presión del combustible		X			Hay que cambiar Q700
Termómetro del aceite combustible	/				
Válvula de contrapresión	/				
Manómetro de la presión del combustible devuelto		X			Hay que cambiar Q250
Válvula de desvío manual	/				
Válvula de compuerta con orificio	/				
Válvula solenoide del combustible	/				
Válvula de purga de aire	/				
Boquilla con orificio para purga de aire	/				
Colador de la boquilla de purga de aire	/				
Válvula de retención de la purga de aire	/				
Relevador de la purga de aire	/				

	ESTADO ACTUAL				FUERA DE SERVICIO	OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO			
CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR						
Difusor	/					
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/					
Línea flexible del aire para atomización	/					
Línea flexible de combustible	/					
Tirador de combustible (Cañon de Quemador)	/					
Fotocelda	/					
Cuerpo del quemador	/					
Electrodos de Ignición	/					
Aislantes de Electrodo de Ignición	/					
Cables de Ignición	/					
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE						
	ESTADO ACTUAL				FUERA DE SERVICIO	OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO			
Leva Moduladora de combustible	/					
Tomillos de ajuste de la leva	/					
Resorte del perfil de la leva	/					
Válvula medidora del aceite	/					
Collarín	/					
Seguidor de la leva	/					
INYECTOR DEL QUEMADOR						
Cuerpo del inyector	/					
Resorte del rotor	/					
Rotor	/					
Boquilla del inyector	/					

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera	/				
Agujeros para los pernos	/				
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)			X		Hay que reparar Q350
Tejas del deflector (ladrillos)	/				Hay que cambiar Q450
Refractario moldeable (Concreto)			X		
Tubo de mira	/				
Línea de aire al tubo de mira	/				
Cuerda de Fibra de vidrio	/				
Empaquetadura	/				
Pernos de seguridad de la puerta	/				
Cemento Insulación	/				
Empaque Baffle	/				
Cabezal de tubos (Espejo)	/				
Remaches de la empaquetadura	/				
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas	/				
Placa del deflector	/				
Cabezal delantero (Espejo)	/				
Puerta intermedia	/				
Empaquetadura para la cubierta del quemador	/				
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)	/				
Tejas Refractarias del hogar	/				
Cubierta del quemador	/				
Tejas deflectoras de la garganta	/				
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No. 1 asciende a Q 29,950.00</p>					

A continuación se presenta el diagnóstico de la caldera 2 del hospital de gineco-obstetricia.

Tabla II Hoja de diagnóstico caldera 2, hospital de gineco-obstetricia

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 19 de junio de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Byron Aguilar	
HOSPITAL: Gineco-Obstetricia		NOMBRE OPERADOR: Faustino Toc	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Genesis	
CALDERA NUMERO: 2		COMBUSTIBLE: Bunker	NO. DE BIEN: 231997
MARCA : Cleaver Brooks		MODELO: CB-600-125	SERIE: L-93142
CAPACIDAD: 125 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR : Q 400,476.00
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)		90	Esta caldera empezo a funcionar el 9
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)		10	de agosto.
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)		80	
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)		210	
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)		45	
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)		375	

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador	/				
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición	/				
Motor modulador del registro	/				
Interruptor de bajo fogeo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama	/				
Transformador del motor modulador del registro	/				
Luces indicadoras	/				
Control Programador	/				
Ventilador	/				
Timbre de alarma			X		Hay que cambiar Q300
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua	/				
Panel Eléctrico	/				
Chimenea			X		Reparación Q12000
Termómetro de la chimenea	/				
Tapadera Manhole	/				
Compresor de aire	/				
Filtro del aire	/				
Válvula de retención	/				
Tanque receptor de aire-aceite	/				
Manómetro de la presión del aire para atomización		X			Hay que cambiar Q150
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante	/				
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)	/				
Colador de aceite lubricante	/				
Válvula de control de la admisión de aire	/				
Interruptor del tirador de aceite	/				
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)	/				
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)	/				

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor	/				
Control de límite de presión para operación	/				
Control de alto límite de presión	/				
Control modulador de la presión	/				
Válvula de retención	/				
Manifold de Distribución de Vapor			X		Hay que reparar Q9500
Válvula(s) de seguridad			X		Hay que cambiar Q5000
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller		X			Hay que cambiar Q6500
Mcdonnell Miller auxiliar	/				
Flotador del Mcdonnell Miller	/				
Diafragma del Mcdonnell Miller	/				
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller	/				
Columna de agua		X			Hay que reparar Q600
Válvula de drenaje de la columna de agua			X		Hay que cambiar Q250
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora			X		Hay que cambiar Q100
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas	/				
Válvula de gas principal	/				
Válvula de mariposa	/				
Regulador de la presión de gas	/				
Manómetro de la presión del piloto de gas			X		Hay que cambiar Q250

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Conjunto del Pre calentador de combustible	/				
Colador de combustible	/				
Serpentín del pre calentador de combustible	/				
Trampa de vapor del pre calentador de combustible	/				
Interruptor del calentador de combustible	/				
Resistencias del pre calentador eléctrico de combustible	/				
Termostato del calentador de vapor			X		Hay que cambiar Q9000
Válvula de retención del calentador de vapor	/				
Válvula de vapor del calentador de combustible	/				
Regulador de la presión del calentador de vapor	/				
Termostato del calentador eléctrico de combustible			X		Hay que cambiar Q6000
Manómetro de la presión de entrada del combustible		X			Hay que cambiar Q150
Válvula de escape del combustible	/				
Purgador de condensación	/				
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible			X		Hay que cambiar Q8500
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible		X			Hay que cambiar Q250
Regulador de la presión del combustible	/				
Termómetro del aceite combustible	/				
Válvula de contrapresión	/				
Manómetro de la presión del combustible devuelto		X			Hay que cambiar Q250
Válvula de desvío manual	/				
Válvula de compuerta con orificio	/				
Válvula solenoide del combustible	/				
Válvula de purga de aire	/				
Boquilla con orificio para purga de aire	/				
Colador de la boquilla de purga de aire	/				
Válvula de retención de la purga de aire	/				
Relevador de la purga de aire	/				

CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Difusor	/				
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/				
Línea flexible del aire para atomización		X			Hay que cambiar Q350
Línea flexible de combustible		X			Hay que cambiar Q350
Tirador de combustible (Cañon de Quemador)	/				
Fotocelda	/				
Cuerpo del quemador	/				
Electrodos de Ignición			X		Hay que cambiar kit
Aislantes de Electrodo de Ignición			X		completo precio Q450
Cables de Ignición	/				
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE					
Leva Moduladora de combustible	/				
Tornillos de ajuste de la leva	/				
Resorte del perfil de la leva	/				
Válvula medidora del aceite	/				
Collarín	/				
Seguidor de la leva	/				
INYECTOR DEL QUEMADOR					
Cuerpo del inyector		X			Hay que cambiar Q5000
Resorte del rotor		X			Hay que cambiar
Rotor		X			Hay que cambiar
Boquilla del inyector		X			Hay que cambiar

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera	/				
Agujeros para los pernos	/				
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)		X			Hay que reparar Q350
Tejas del deflector (ladrillos)	/				
Refractario moldeable (Concreto)		X			Hay que cambiar Q450
Tubo de mira	/				
Línea de aire al tubo de mira	/				
Cuerda de Fibra de vidrio			X		Hay que cambiar Q2000
Empaquetadura		X			Hay que cambiar Q600
Pernos de seguridad de la puerta	/				
Cemento Insulación		X			Hay que cambiar Q400
Empaque Bafle		X			Hay que cambiar Q600
Cabezal de tubos (Espejo)	/				
Remaches de la empaquetadura		X			Hay que cambiar Q75
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas	/				
Placa del deflector	/				
Cabezal delantero (Espejo)	/				
Puerta intermedia	/				
Empaquetadura para la cubierta del quemador		X			Hay que cambiar Q350
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)		X			Hay que cambiar Q800
Tejas Refractarias del hogar	/				
Cubierta del quemador	/				
Tejas deflectoras de la garganta	/				
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No. 2 asciende a Q 65,575.00</p>					

2.1.2. Hospital de enfermedades zona 9

A continuación se presenta el diagnóstico de la caldera 1 del hospital de enfermedades zona 9.

Tabla III Hoja de diagnóstico caldera 1, hospital de enfermedades zona 9

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 24 de abril de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Otto Oseida	
HOSPITAL: Enfermedades zona 9		NOMBRE OPERADOR: Roberto Yoc	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Alkemy S.A.	
CALDERA NUMERO: 1		COMBUSTIBLE: Bunker	NO. DE BIEN: S/N
MARCA : Cleaver Brooks		MODELO: CB-600-125	SERIE: L-85820
CAPACIDAD: 125 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR :
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)			Esta caldera está fuera de servicio
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)			desde febrero de 2006, no han
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)			comprado los materiales para
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)			terminar el mantenimiento
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)			preventivo y correctivo semestral.
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)			

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador	/				
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición	/				
Motor modulador del registro			X	X	Hay que cambiar Q6000
Interruptor de bajo fogeo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama	/				
Transformador del motor modulador del registro			X	X	Hay que cambiar Q350
Luces indicadoras	/				
Control Programador	/				
Ventilador	/				
Timbre de alarma	/				
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua	/				
Panel Eléctrico	/				
Chimenea	/				
Termómetro de la chimenea	/				
Tapadera Manhole	/				
Compresor de aire	/				
Filtro del aire	/				
Válvula de retención	/				
Tanque receptor de aire-aceite	/				
Manómetro de la presión del aire para atomización			X	X	Hay que cambiar Q150
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante	/				
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)	/				
Colador de aceite lubricante	/				
Válvula de control de la admisión de aire	/				
Interruptor del tirador de aceite	/				
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)	/				
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)	/				

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor	/				
Control de límite de presión para operación	/				
Control de alto límite de presión	/				
Control modulador de la presión	/				
Válvula de retención	/				
Manifold de Distribución de Vapor	/				
Válvula(s) de seguridad	/				
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller	/				
Mcdonnell Miller auxiliar	/				
Flotador del Mcdonnell Miller	/				
Diafragma del Mcdonnell Miller	/				
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller	/				
Columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora	/				
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas	/				
Válvula de gas principal	/				
Válvula de mariposa	/				
Regulador de la presión de gas	/				
Manómetro de la presión del piloto de gas			X	X	Hay que cambiar Q250

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Conjunto del Pre calentador de combustible	/				
Colador de combustible	/				
Serpentín del pre calentador de combustible	/				
Trampa de vapor del pre calentador de combustible	/				
Interruptor del calentador de combustible	/				
Resistencias del pre calentador eléctrico de combustible	/				
Termostato del calentador de vapor	/				
Válvula de retención del calentador de vapor	/				
Válvula de vapor del calentador de combustible	/				
Regulador de la presión del calentador de vapor	/				
Termostato del calentador eléctrico de combustible			X	X	Hay que cambiar Q6000
Manómetro de la presión de entrada del combustible			X	X	Hay que cambiar Q150
Válvula de escape del combustible	/				
Purgador de condensación	/				
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible	/				
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible			X	X	Hay que cambiar Q250
Regulador de la presión del combustible	/				
Termómetro del aceite combustible	/				
Válvula de contrapresión	/				
Manómetro de la presión del combustible devuelto			X	X	Hay que cambiar Q250
Válvula de desvío manual	/				
Válvula de compuerta con orificio	/				
Válvula solenoide del combustible	/				
Válvula de purga de aire	/				
Boquilla con orificio para purga de aire	/				
Colador de la boquilla de purga de aire	/				
Válvula de retención de la purga de aire	/				
Relevador de la purga de aire	/				

	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR					
Difusor	/				
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/				
Línea flexible del aire para atomización	/				
Línea flexible de combustible	/				
Tirador de combustible (Cañon de Quemador)	/				
Fotocelda			X	X	Hay que cambiar Q1500
Cuerpo del quemador	/				
Electrodos de Ignición	/				
Aislantes de Electrodo de Ignición	/				
Cables de Ignición	/				
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE					
Leva Moduladora de combustible	/				
Tornillos de ajuste de la leva	/				
Resorte del perfil de la leva	/				
Válvula medidora del aceite	/				
Collarín	/				
Seguidor de la leva	/				
INYECTOR DEL QUEMADOR					
Cuerpo del inyector	/				
Resorte del rotor	/				
Rotor	/				
Boquilla del inyector	/				

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera	/				
Agujeros para los pernos	/				
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)		X			Hay que reparar Q350
Tejas del deflector (ladrillos)	/				
Refractario moldeable (Concreto)		X			Hay que reparar Q450
Tubo de mira	/				
Línea de aire al tubo de mira	/				
Cuerda de Fibra de vidrio			X	X	Hay que cambiar Q2000
Empaquetadura			X	X	Hay que cambiar Q600
Pernos de seguridad de la puerta	/				
Cemento Insulación			X	X	Hay que cambiar Q400
Empaque Bafle			X	X	Hay que cambiar Q600
Cabezal de tubos (Espejo)	/				
Remaches de la empaquetadura			X	X	Hay que cambiar Q75
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas	/				
Placa del deflector	/				
Cabezal delantero (Espejo)	/				
Puerta intermedia	/				
Empaquetadura para la cubierta del quemador			X	X	Hay que cambiar Q350
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)			X	X	Hay que cambiar Q800
Tejas Refractarias del hogar	/				
Cubierta del quemador	/				
Tejas deflectoras de la garganta	/				
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No. 1 asciende a Q 19,925.00</p>					

A continuación se presenta el diagnóstico de la caldera 2 del hospital de enfermedades zona 9.

**Tabla IV Hoja de diagnóstico caldera 2, hospital de enfermedades
zona 9**

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 1 de mayo de 2006	JEFE MANTENIMIENTO: Otto Oseida		
HOSPITAL: de enfermedades zona 9	NOMBRE OPERADOR: Roberto Yoc		
CANTIDAD DE CALDERAS: 2	EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Alkemy S.A.		
CALDERA NUMERO: 2	COMBUSTIBLE: Bunker	NO. DE BIEN: 35322	
MARCA : Cleaver Brooks	MODELO: CB-655-125	SERIE: L-44127	
CAPACIDAD: 125 HP	PRES. MAX: 150 PSI	VALOR :	
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)	90		Esta caldera ya necesita
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)	10		mantenimiento preventivo y
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)	80		correctivo semestral.
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)	210		
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)	45		
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)	375		

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador		X			Hay que reparar Q200
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición	/				
Motor modulador del registro	/				
Interruptor de bajo fogeo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama	/				
Transformador del motor modulador del registro	/				
Luces indicadoras	/				
Control Programador	/				
Ventilador	/				
Timbre de alarma			X		Hay que cambiar Q300
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua	/				
Panel Eléctrico	/				
Chimenea	/				
Termómetro de la chimenea	/				
Tapadera Manhole	/				
Compresor de aire	/				
Filtro del aire	/				
Válvula de retención	/				
Tanque receptor de aire-aceite	/				
Manómetro de la presión del aire para atomización			X		Hay que cambiar Q150
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante	/				
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)	/				
Colador de aceite lubricante	/				
Válvula de control de la admisión de aire	/				
Interruptor del tirador de aceite	/				
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)	/				
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)	/				

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor	/				
Control de límite de presión para operación	/				
Control de alto límite de presión	/				
Control modulador de la presión			X		Hay que cambiar Q3500
Válvula de retención	/				
Manifold de Distribución de Vapor			X		Hay que reparar Q11000
Válvula(s) de seguridad	/				
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller			X		Hay que reparar Q50.00
Mcdonnell Miller auxiliar			X		Hay que reparar Q50.00
Flotador del Mcdonnell Miller	/				
Diafragma del Mcdonnell Miller	/				
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller	/				
Columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora			X		Hay que cambiar Q100
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas	/				
Válvula de gas principal	/				
Válvula de mariposa	/				
Regulador de la presión de gas	/				
Manómetro de la presión del piloto de gas			X		Hay que cambiar Q250

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Conjunto del Pre calentador de combustible	/				
Colador de combustible	/				
Serpentín del pre calentador de combustible	/				
Trampa de vapor del pre calentador de combustible	/				
Interruptor del calentador de combustible	/				
Resistencias del pre calentador eléctrico de combustible	/				
Termostato del calentador de vapor			X		Hay que cambiar Q6000
Válvula de retención del calentador de vapor	/				
Válvula de vapor del calentador de combustible	/				
Regulador de la presión del calentador de vapor	/				
Termostato del calentador eléctrico de combustible	/				
Manómetro de la presión de entrada del combustible			X		Hay que cambiar Q150
Válvula de escape del combustible	/				
Purgador de condensación	/				
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible	/				
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible			X		Hay que cambiar Q250
Regulador de la presión del combustible	/				
Termómetro del aceite combustible	/				
Válvula de contrapresión	/				
Manómetro de la presión del combustible devuelto			X		Hay que cambiar Q250
Válvula de desvío manual	/				
Válvula de compuerta con orificio	/				
Válvula solenoide del combustible	/				
Válvula de purga de aire	/				
Boquilla con orificio para purga de aire	/				
Colador de la boquilla de purga de aire	/				
Válvula de retención de la purga de aire	/				
Relevador de la purga de aire	/				

	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR					
Difusor	/				
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/				
Línea flexible del aire para atomización			X		Hay que cambiar Q350
Línea flexible de combustible			X		Hay que cambiar Q350
Tirador de combustible (Cañon de Quemador)	/				
Fotocelda	/				
Cuerpo del quemador	/				
Electrodos de Ignición	/				
Aislantes de Electrodo de Ignición	/				
Cables de Ignición	/				
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE					
Leva Moduladora de combustible	/				
Tornillos de ajuste de la leva	/				
Resorte del perfil de la leva	/				
Válvula medidora del aceite	/				
Collarín	/				
Seguidor de la leva	/				
INYECTOR DEL QUEMADOR					
Cuerpo del inyector	/				
Resorte del rotor	/				
Rotor	/				
Boquilla del inyector			X		Hay que cambiar Q2000

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera	/				
Agujeros para los pernos	/				
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)			X		Hay que reparar Q350
Tejas del deflector (ladrillos)	/				
Refractario moldeable (Concreto)			X		Hay que reparar Q450
Tubo de mira	/				
Línea de aire al tubo de mira	/				
Cuerda de Fibra de vidrio			X		Hay que cambiar Q2000
Empaquetadura	/		X		Hay que cambiar Q600
Pernos de seguridad de la puerta	/				
Cemento Insulación			X		Hay que cambiar Q400
Empaque Baffle			X		Hay que cambiar Q600
Cabezal de tubos (Espejo)	/				
Remaches de la empaquetadura			X		Hay que cambiar Q75
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas	/				
Placa del deflector	/				
Cabezal delantero (Espejo)	/				
Puerta intermedia	/				
Empaquetadura para la cubierta del quemador			X		Hay que cambiar Q350
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)			X		Hay que cambiar Q800
Tejas Refractarias del hogar	/				
Cubierta del quemador	/				
Tejas deflectoras de la garganta	/				
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No. 2 asciende a Q 41,975.00</p>					

2.1.3. Hospital general doctor Juan José Arévalo Bermejo zona 6

A continuación se presenta el diagnóstico de la caldera 1 del hospital doctor Juan José Arévalo Bermejo zona 6.

Tabla V Hoja de diagnóstico caldera 1, hospital doctor Juan José Arévalo Bermejo zona 6

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 03 de julio de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Jaime Dieguez	
HOSPITAL: Dr. Juan José Arévalo Bermejo		NOMBRE OPERADOR: Waldemar González	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Kemtreet	
CALDERA NUMERO: 1		COMBUSTIBLE: Bunker	NO. DE BIEN: 4808-I
MARCA : ABCO		MODELO: 200A	SERIE: 8162-200
CAPACIDAD: 200 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR : Q 107,018.96
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)		105	Esta caldera es la que actualmente esta funcionando.
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)		15	
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)		120	Esta caldera tiene 20 años de servicio por ende es de suma importancia mejorar el estado actual.
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)		220	
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)		50	
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)		375	

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador			X		Hay que cambiar Q1500
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición			X		Hay que cambiar Q6000
Motor modulador del registro			X	X	Hay que cambiar Q6000
Interruptor de bajo fogueo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama	/				
Transformador del motor modulador del registro	/				
Luces indicadoras	/				
Control Programador	/				
Ventilador	/				
Timbre de alarma	/				
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua	/				
Panel Eléctrico	/				
Chimenea	/				
Termómetro de la chimenea	/				
Tapadera Manhole	/				
Compresor de aire			X	solo motor	Hay que cambiar Q1500
Filtro del aire	/				
Válvula de retención	/				
Tanque receptor de aire-aceite	/				
Manómetro de la presión del aire para atomización	/				
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante	/				
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)	/				
Colador de aceite lubricante	/				
Válvula de control de la admisión de aire	/				
Interruptor del tirador de aceite	/				
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)	/				
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)	/				

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor	/				
Control de límite de presión para operación	/				
Control de alto límite de presión	/				
Control modulador de la presión			X		Hay que cambiar Q3500
Válvula de retención	/				
Manifold de Distribución de Vapor					No hay manifold
Válvula(s) de seguridad			X		Hay que cambiar Q5000
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller	/				Hay que cambiar Q7000
Mcdonnell Miller auxiliar					No hay
Flotador del Mcdonnell Miller	/				
Diafragma del Mcdonnell Miller	/				
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller	/				
Columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora	/				
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas	/				
Válvula de gas principal	/				
Válvula de mariposa	/				
Regulador de la presión de gas	/				
Manómetro de la presión del piloto de gas			X	X	Hay que cambiar Q250

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Conjunto del Pre calentador de combustible	/				
Colador de combustible	/				
Serpentín del pre calentador de combustible	/				
Trampa de vapor del pre calentador de combustible	/				
Interruptor del calentador de combustible	/				
Resistencias del pre calentador eléctrico de combustible	/				
Termostato del calentador de vapor	/				
Válvula de retención del calentador de vapor	/				
Válvula de vapor del calentador de combustible	/				
Regulador de la presión del calentador de vapor	/				
Termostato del calentador eléctrico de combustible		X			Hay que cambiar Q6000
Manómetro de la presión de entrada del combustible	/				
Válvula de escape del combustible	/				
Purgador de condensación	/				
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible			X		Hay que cambiar Q8000
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible	/				
Regulador de la presión del combustible			X		Hay que cambiar Q700
Termómetro del aceite combustible	/				
Válvula de contrapresión	/				
Manómetro de la presión del combustible devuelto	/				
Válvula de desvío manual	/				
Válvula de compuerta con orificio	/				
Válvula solenoide del combustible	/				
Válvula de purga de aire	/				
Boquilla con orificio para purga de aire	/				
Colador de la boquilla de purga de aire	/				
Válvula de retención de la purga de aire	/				
Relevador de la purga de aire	/				

CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Difusor		X			Hay que cambiar Q3500
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/				
Línea flexible del aire para atomización	/				
Línea flexible de combustible	/				
Tirador de combustible (Cañón de Quemador)	/				
Fotocelda	/				
Cuerpo del quemador	/				
Electrodos de Ignición	/				
Aislantes de Electrodo de Ignición	/				
Cables de Ignición	/				
Leva Moduladora de combustible	/				
Tornillos de ajuste de la leva	/				
Resorte del perfil de la leva	/				
Válvula medidora del aceite	/				
Collarín	/				
Seguidor de la leva	/				
INYECTOR DEL QUEMADOR					
Cuerpo del inyector	/				
Resorte del rotor	/				
Rotor	/				
Boquilla del inyector	/				

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera	/				
Agujeros para los pernos	/				
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)	/				
Tejas del deflector (ladrillos)	/				
Refractario moldeable (Concreto)	/				
Tubo de mira	/				
Línea de aire al tubo de mira	/				
Cuerda de Fibra de vidrio	/				
Empaquetadura	/				
Pernos de seguridad de la puerta	/				
Cemento Insulación	/				
Empaque Baffle	/				
Cabezal de tubos (Espejo)	/				
Remaches de la empaquetadura	/				
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas	/				
Placa del deflector	/				
Cabezal delantero (Espejo)	/				
Puerta intermedia	/				
Empaquetadura para la cubierta del quemador	/				
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)	/				
Tejas Refractarias del hogar	/				
Cubierta del quemador	/				
Tejas deflectoras de la garganta	/				
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No. 1 asciende a Q 48,700.00</p>					

A continuación se presenta el diagnóstico de la caldera 2 del hospital doctor Juan José Arévalo Bermejo zona 6.

Tabla VI Hoja de diagnóstico caldera 2, hospital doctor Juan José Arévalo Bermejo zona 6

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 17 de julio de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Jaime Dieguez	
HOSPITAL: Dr. Juan José Arévalo Bermejo		NOMBRE OPERADOR: Waldemar Gonzalez	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Kentreet	
CALDERA NUMERO: 2		COMBUSTIBLE: Bunke	NO. DE BIEN: 287553
MARCA : Johnston		MODELO: PFTA-250-4H150S	SERIE: 509
CAPACIDAD: 350 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR : Q 898,900.00
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)			Esta caldera esta fuera de servicio
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)			desde agosto de 2006, ya esta la lis-
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)			ta de materiales para el
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)			mantenimiento preventivo y
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)			correctivo semestral.
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)			

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador	/				
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición			X		Hay que cambiar Q6000
Motor modulador del registro	/				
Interruptor de bajo fogueo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama	/				
Transformador del motor modulador del registro	/				
Luces indicadoras	/				
Control Programador	/				
Ventilador	/				
Timbre de alarma	/				
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua	/				
Panel Eléctrico	/				
Chimenea	/				
Termómetro de la chimenea	/				
Tapadera Manhole	/				
Compresor de aire			X		Equipo nuevo Q14000
Filtro del aire	/				
Válvula de retención	/				
Tanque receptor de aire-aceite	/				
Manómetro de la presión del aire para atomización	/				
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante	/				
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)	/				
Colador de aceite lubricante	/				
Válvula de control de la admisión de aire	/				
Interruptor del tirador de aceite	/				
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)	/				

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor	/				
Control de límite de presión para operación	/				
Control de alto límite de presión	/				
Control modulador de la presión	/				
Válvula de retención	/				
Manifold de Distribución de Vapor					No hay manifold
Válvula(s) de seguridad	/				
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller	/				
Mcdonnell Miller auxiliar	/				
Flotador del Mcdonnell Miller	/				
Diafragma del Mcdonnell Miller	/				
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller	/				
Columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la columna de agua			X		Hay que cambiar Q250
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora	/				
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas	/				
Válvula de gas principal	/				
Válvula de mariposa	/				
Regulador de la presión de gas	/				
Manómetro de la presión del piloto de gas	/				

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Conjunto del Pre calentador de combustible	/				
Colador de combustible	/				
Serpentín del pre calentador de combustible	/				
Trampa de vapor del pre calentador de combustible	/				
Interruptor del calentador de combustible	/				
Resistencias del pre calentador eléctrico de combustible			X		Hay que cambiar Q6000
Termostato del calentador de vapor			X		Hay que cambiar Q6000
Válvula de retención del calentador de vapor	/				
Válvula de vapor del calentador de combustible	/				
Regulador de la presión del calentador de vapor	/				
Termostato del calentador eléctrico de combustible	/				
Manómetro de la presión de entrada del combustible	/				
Válvula de escape del combustible	/				
Purgador de condensación	/				
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible			X		Hay que reparar Q7000
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible	/				
Regulador de la presión del combustible	/				
Termómetro del aceite combustible	/				
Válvula de contrapresión	/				
Manómetro de la presión del combustible devuelto					
Válvula de desvío manual	/				
Válvula de compuerta con orificio	/				
Válvula solenoide del combustible	/				
Válvula de purga de aire	/				
Boquilla con orificio para purga de aire	/				
Colador de la boquilla de purga de aire	/				
Válvula de retención de la purga de aire	/				
Relevador de la purga de aire	/				

	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR					
Difusor	/				
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/				
Línea flexible del aire para atomización	/				
Línea flexible de combustible	/				
Tirador de combustible (Cañon de Quemador)	/				
Fotocelda	/				
Cuerpo del quemador	/				
Electrodos de Ignición	/				
Aislantes de Electrodo de Ignición	/				
Cables de Ignición	/				
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE					
Leva Moduladora de combustible	/				
Tornillos de ajuste de la leva	/				
Resorte del perfil de la leva	/				
Válvula medidora del aceite	/				
Collarín	/				
Seguidor de la leva	/				
INYECTOR DEL QUEMADOR					
Cuerpo del inyector	/				
Resorte del rotor	/				
Rotor	/				
Boquilla del inyector	/				

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera	/				
Agujeros para los pernos	/				
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)	/				
Tejas del deflector (ladrillos)	/				
Refractario moldeable (Concreto)	/				
Tubo de mira	/				
Línea de aire al tubo de mira	/				
Cuerda de Fibra de vidrio	/				
Empaquetadura	/				
Pernos de seguridad de la puerta	/				
Cemento Insulación	/				
Empaque Baffle	/				
Cabezal de tubos (Espejo)	/				
Remaches de la empaquetadura	/				
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas	/				
Placa del deflector	/				
Cabezal delantero (Espejo)	/				
Puerta intermedia	/				
Empaquetadura para la cubierta del quemador	/				
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)	/				
Tejas Refractarias del hogar	/				
Cubierta del quemador	/				
Tejas deflectoras de la garganta	/				
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No. 2 asciende a Q 39,250.00</p>					

2.1.4. Hospital de pediatría zona 9

A continuación se presenta el diagnóstico de las caldera 1 del hospital de pediatría zona 9.

Tabla VII Hoja de diagnóstico caldera 1, hospital de pediatría zona 9

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 15 de mayo de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Byron Aguilar	
HOSPITAL: Pediatría zona 9		NOMBRE OPERADOR: Avelino Robles	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Genesis	
CALDERA NUMERO: 1		COMBUSTIBLE: Bunker	NO. DE BIEN:
MARCA : Power Master		MODELO:	SERIE:
CAPACIDAD: 100 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR :
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)			Esta caldera ya fue evaluada para darle de baja, ya que esta fuera de servicio desde hace varios años.
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)			
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)			
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)			
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)			
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)			

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador				X	
Arranque del motor ventilador				X	
Transformador para la ignición				X	
Motor modulador del registro				X	
Interruptor de bajo fogueo				X	
Interruptor del quemador				X	
Placas de identificación				X	
Interruptor manual-automático				X	
Control manual de la llama				X	
Transformador del motor modulador del registro				X	
Luces indicadoras				X	
Control Programador				X	
Ventilador				X	
Timbre de alarma				X	
Interruptor de prueba de aire para combustión				X	
Bomba de Suministro de Agua				X	
Panel Eléctrico				X	
Chimenea				X	
Termómetro de la chimenea				X	
Tapadera Manhole				X	
Compresor de aire				X	
Filtro del aire				X	
Válvula de retención				X	
Tanque receptor de aire-aceite				X	
Manómetro de la presión del aire para atomización				X	
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante				X	
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)				X	
Colador de aceite lubricante				X	
Válvula de control de la admisión de aire				X	
Interruptor del tirador de aceite				X	
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)				X	
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)				X	

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor				X	
Control de límite de presión para operación				X	
Control de alto límite de presión				X	
Control modulador de la presión				X	
Válvula de retención				X	
Manifold de Distribución de Vapor				X	
Válvula(s) de seguridad				X	
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller				X	
Mcdonnell Miller auxiliar				X	
Flotador del Mcdonnell Miller				X	
Diafragma del Mcdonnell Miller				X	
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller				X	
Columna de agua				X	
Válvula de drenaje de la columna de agua				X	
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora				X	
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas				X	
Válvula de gas principal				X	
Válvula de mariposa				X	
Regulador de la presión de gas				X	
Manómetro de la presión del piloto de gas				X	

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Conjunto del Pre calentador de combustible				X	
Colador de combustible				X	
Serpentín del pre calentador de combustible				X	
Trampa de vapor del pre calentador de combustible				X	
Interruptor del calentador de combustible				X	
Resistencias del pre calentador eléctrico de combustible				X	
Termostato del calentador de vapor				X	
Válvula de retención del calentador de vapor				X	
Válvula de vapor del calentador de combustible				X	
Regulador de la presión del calentador de vapor				X	
Termostato del calentador eléctrico de combustible				X	
Manómetro de la presión de entrada del combustible				X	
Válvula de escape del combustible				X	
Purgador de condensación				X	
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible				X	
Manifold de Operación				X	
Manómetro de la presión del quemador de combustible				X	
Regulador de la presión del combustible				X	
Termómetro del aceite combustible				X	
Válvula de contrapresión				X	
Manómetro de la presión del combustible devuelto				X	
Válvula de desvío manual				X	
Válvula de compuerta con orificio				X	
Válvula solenoide del combustible				X	
Válvula de purga de aire				X	
Boquilla con orificio para purga de aire				X	
Colador de la boquilla de purga de aire				X	
Válvula de retención de la purga de aire				X	
Relevador de la purga de aire				X	

	ESTADO ACTUAL				FUERA DE SERVICIO	OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO			
CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR						
Difusor					X	
Registro Rotatorio del aire (Damper)					X	
Línea flexible del aire para atomización					X	
Línea flexible de combustible					X	
Tirador de combustible (Cañon de Quemador)					X	
Fotocelda					X	
Cuerpo del quemador					X	
Electrodos de Ignición					X	
Aislantes de Electrodo de Ignición					X	
Cables de Ignición					X	
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE						
Leva Moduladora de combustible					X	
Tornillos de ajuste de la leva					X	
Resorte del perfil de la leva					X	
Válvula medidora del aceite					X	
Collarín					X	
Seguidor de la leva					X	
INYECTOR DEL QUEMADOR						
Cuerpo del inyector					X	
Resorte del rotor					X	
Rotor					X	
Boquilla del inyector					X	

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera				X	
Agujeros para los pernos				X	
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)				X	
Tejas del deflector (ladrillos)				X	
Refractario moldeable (Concreto)				X	
Tubo de mira				X	
Línea de aire al tubo de mira				X	
Cuerda de Fibra de vidrio				X	
Empaquetadura				X	
Pernos de seguridad de la puerta				X	
Cemento Insulación				X	
Empaque Baffle				X	
Cabezal de tubos (Espejo)				X	
Remaches de la empaquetadura				X	
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas				X	
Placa del deflector				X	
Cabezal delantero (Espejo)				X	
Puerta intermedia				X	
Empaquetadura para la cubierta del quemador				X	
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)				X	
Tejas Refractarias del hogar				X	
Cubierta del quemador				X	
Tejas deflectoras de la garganta				X	
Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".					

A continuación se presenta el diagnóstico de la caldera 2 del hospital de pediatría zona 9.

Tabla VIII Hoja de diagnóstico caldera 2, hospital de pediatría zona 9

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 29 de mayo de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Byron Aguilar	
HOSPITAL: Pediatría zona 9		NOMBRE OPERADOR: Avelino Robles	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Genesis	
CALDERA NUMERO: 2		COMBUSTIBLE: Bunker	NO. DE BIEN: S/N
MARCA : Cleaver Brooks		MODELO: CB-655-125	SERIE: L-49010
CAPACIDAD: 125 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR : Q290,000
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)		95	Esta caldera no recibe mantenimiento
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)		10	desde hace 4 años.
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)		85	
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)		215	
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)		50	
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)		350	

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador	/				
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición	/				
Motor modulador del registro	/				
Interruptor de bajo fogueo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama	/				
Transformador del motor modulador del registro	/				
Luces indicadoras	/				
Control Programador			X		Hay que cambiar Q32000
Ventilador	/				
Timbre de alarma	/				
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua	/				
Panel Eléctrico	/				
Chimenea	/				
Termómetro de la chimenea	/				
Tapadera Manhole	/				
Compresor de aire	/				
Filtro del aire	/				
Válvula de retención	/				
Tanque receptor de aire-aceite	/				
Manómetro de la presión del aire para atomización			X		Hay que cambiar Q150
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante	/				
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)	/				
Colador de aceite lubricante	/				
Válvula de control de la admisión de aire	/				
Interruptor del tirador de aceite	/				
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)	/				
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)	/				

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor	/				
Control de límite de presión para operación	/				
Control de alto límite de presión	/				
Control modulador de la presión	/				
Válvula de retención	/				
Manifold de Distribución de Vapor	/				
Válvula(s) de seguridad	/				
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller	/				
Mcdonnell Miller auxiliar	/				
Flotador del Mcdonnell Miller	/				
Diafragma del Mcdonnell Miller	/				
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller	/				
Columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora			X		Hay que cambiar Q100
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas	/				
Válvula de gas principal	/				
Válvula de mariposa	/				
Regulador de la presión de gas	/				
Manómetro de la presión del piloto de gas			X		Hay que cambiar Q250

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Conjunto del Pre calentador de combustible	/				
Colador de combustible	/				
Serpentín del pre calentador de combustible	/				
Trampa de vapor del pre calentador de combustible			X		Hay que cambiar Q1400
Interruptor del calentador de combustible	/				
Resistencias del pre calentador eléctrico de combustible	/				
Termostato del calentador de vapor	/				
Válvula de retención del calentador de vapor	/				
Válvula de vapor del calentador de combustible	/				
Regulador de la presión del calentador de vapor	/				
Termostato del calentador eléctrico de combustible	/				
Manómetro de la presión de entrada del combustible			X		Hay que cambiar Q150
Válvula de escape del combustible	/				
Purgador de condensación	/				
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible	/				
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible			X		Hay que cambiar Q250
Regulador de la presión del combustible	/				
Termómetro del aceite combustible	/				
Válvula de contrapresión	/				
Manómetro de la presión del combustible devuelto			X		Hay que cambiar Q250
Válvula de desvío manual	/				
Válvula de compuerta con orificio	/				
Válvula solenoide del combustible	/				
Válvula de purga de aire	/				
Boquilla con orificio para purga de aire	/				
Colador de la boquilla de purga de aire	/				
Válvula de retención de la purga de aire	/				
Relevador de la purga de aire	/				

	ESTADO ACTUAL				FUERA DE SERVICIO	OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO			
CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR						
Difusor	/					
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/					
Línea flexible del aire para atomización			X			Hay que cambiar Q350
Línea flexible de combustible			X			Hay que cambiar Q350
Tirador de combustible (Cañon de Quemador)	/					
Fotocelda	/					
Cuerpo del quemador	/					
Electrodos de Ignición	/					
Aislantes de Electrodo de Ignición	/					
Cables de Ignición	/					
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE						
Leva Moduladora de combustible	/					
Tornillos de ajuste de la leva	/					
Resorte del perfil de la leva	/					
Válvula medidora del aceite	/					
Collarín	/					
Seguidor de la leva	/					
INYECTOR DEL QUEMADOR						
Cuerpo del inyector	/					
Resorte del rotor	/					
Rotor	/					
Boquilla del inyector	/					

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera	/				
Agujeros para los pernos	/				
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)			X		Hay qu reparar Q350
Tejas del deflector (ladrillos)	/				
Refractario moldeable (Concreto)			X		Hay que reparar Q450
Tubo de mira	/				
Línea de aire al tubo de mira	/				
Cuerda de Fibra de vidrio			X		Hay que cambiar Q2000
Empaquetadura			X		Hay que cambiar Q600
Pernos de seguridad de la puerta	/				
Cemento Insulación			X		Hay que cambiar Q400
Empaque Bafle			X		Hay que cambiar Q600
Cabezal de tubos (Espejo)	/				
Remaches de la empaquetadura			X		Hay que cambiar Q75
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas	/				
Placa del deflector	/				
Cabezal delantero (Espejo)	/				
Puerta intermedia	/				
Empaquetadura para la cubierta del quemador			X		Hay que cambiar Q350
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)			X		Hay que cambiarl Q800
Tejas Refractarias del hogar	/				
Cubierta del quemador	/				
Tejas deflectoras de la garganta	/				
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varian de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se esta tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No. 2 asciende a Q 40,875.00</p>					

2.1.5. Hospital de general de accidentes zona 4 de mixco

A continuación se presenta el diagnóstico de la caldera 1 del hospital general de accidentes.

Tabla IX Hoja de diagnóstico caldera 1, hospital general de accidentes

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 31 de julio de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Ingeniero Roberto Guzmán	
HOSPITAL: general de accidentes zona 4 de mixco		NOMBRE OPERADOR: César Cifuentes	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Alkemy S.A.	
CALDERA NUMERO: 1		COMBUSTIBLE: Bunker	NO. DE BIEN: S/N
MARCA : Kewanee		MODELO: H-3S-350-06	SERIE: R-4594
CAPACIDAD: 350 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR : Q 475,000.00
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)			Esta caldera esta fuera de servicio.
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)			Ya recibio mantenimiento
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)			preventivo y correctivo semestral.
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)			Esta lista para ponerse en marcha.
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)			
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)			

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador	/				
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición	/				
Motor modulador del registro	/				
Interruptor de bajo fogueo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama	/				
Transformador del motor modulador del registro	/				
Luces indicadoras	/				
Control Programador	/		X		Equipo nuevo Q32000
Ventilador	/				
Timbre de alarma	/				
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua	/				
Panel Eléctrico	/				
Chimenea	/				
Termóstato de la chimenea	/				
Tapadera Manhole	/				
Compresor de aire			X		Hay que reparar Q4000
Filtro del aire	/				
Válvula de retención	/				
Tanque receptor de aire-aceite					No Aplica
Manómetro de la presión del aire para atomización	/				
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante					No Aplica
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)					No Aplica
Colador de aceite lubricante					No Aplica
Válvula de control de la admisión de aire	/				
Interruptor del tirador de aceite	/				
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)	/				
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)	/				

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor	/				
Control de límite de presión para operación	/				
Control de alto límite de presión	/				
Control modulador de la presión	/				
Válvula de retención	/				
Manifold de Distribución de Vapor			X		Hay que reparar Q15000
Válvula(s) de seguridad	/				
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller	/				
Mcdonnell Miller auxiliar	/				
Flotador del Mcdonnell Miller	/				
Diafragma del Mcdonnell Miller	/				
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller	/				
Columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la columna de agua			X		Hay que cambiar Q250
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora	/				
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas	/				
Válvula de gas principal	/				
Válvula de mariposa	/				
Regulador de la presión de gas	/				
Manómetro de la presión del piloto de gas	/				

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Conjunto del Pre calentador de combustible	/				
Colador de combustible	/				
Serpentín del pre calentador de combustible	/				
Trampa de vapor del pre calentador de combustible	/				
Interruptor del calentador de combustible	/				
Resistencias del pre calentador eléctrico de combustible	/				
Termostato del calentador de vapor	/		X		Hay que cambiar Q3000
Válvula de retención del calentador de vapor	/				
Válvula de vapor del calentador de combustible	/				
Regulador de la presión del calentador de vapor	/				
Termostato del calentador eléctrico de combustible	/		X		Hay que reparar Q 2000
Manómetro de la presión de entrada del combustible	/				
Válvula de escape del combustible	/				
Purgador de condensación	/				
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible	/				
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible	/				
Regulador de la presión del combustible	/				
Termómetro del aceite combustible	/				
Válvula de contrapresión	/				
Manómetro de la presión del combustible devuelto	/				
Válvula de desvío manual	/				
Válvula de compuerta con orificio	/				
Válvula solenoide del combustible	/				
Válvula de purga de aire	/				
Boquilla con orificio para purga de aire					No Aplica
Colador de la boquilla de purga de aire					No Aplica
Válvula de retención de la purga de aire					No Aplica
Relevador de la purga de aire					No Aplica

	ESTADO ACTUAL				FUERA DE SERVICIO	OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO			
CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR						
Difusor	/					
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/					
Línea flexible del aire para atomización	/					
Línea flexible de combustible	/					
Tirador de combustible (Cañón de Quemador)	/					
Fotocelda	/					
Cuerpo del quemador	/					
Electrodos de Ignición	/					
Aislantes de Electrodo de Ignición	/					
Cables de Ignición	/					
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE						
	ESTADO ACTUAL				FUERA DE SERVICIO	OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO			
Leva Moduladora de combustible	/					
Tornillos de ajuste de la leva	/					
Resorte del perfil de la leva	/					
Válvula medidora del aceite	/					
Collarín						No Aplica
Seguidor de la leva						No Aplica
INYECTOR DEL QUEMADOR						
Cuerpo del inyector			X			Hay que cambiar el kit
Resorte del rotor			X			completo Q4500
Rotor			X			
Boquilla del inyector			X			

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera	/				
Agujeros para los pernos	/				
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)					No Aplica
Tejas del deflector (ladrillos)					No Aplica
Refractario moldeable (Concreto)	/				
Tubo de mira	/				
Línea de aire al tubo de mira					No Aplica
Cuerda de Fibra de vidrio	/				
Empaquetadura					No Aplica
Pernos de seguridad de la puerta	/				
Cemento Insulación					No Aplica
Empaque Bafle					No Aplica
Cabezal de tubos (Espejo)	/				
Remaches de la empaquetadura					No Aplica
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas	/				
Placa del deflector					No Aplica
Cabezal delantero (Espejo)	/				
Puerta intermedia					No Aplica
Empaquetadura para la cubierta del quemador	/				
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)	/				
Tejas Refractarias del hogar	/				
Cubierta del quemador	/				
Tejas deflectoras de la garganta	/				
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No. 1 asciende a Q 60,750.00</p>					

A continuación se presenta el diagnóstico de la caldera 2 del hospital de general de accidentes.

Tabla X Hoja de diagnóstico caldera 2, hospital general de accidentes

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 7 de agosto de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Ingeniero Roberto Gúzman	
HOSPITAL: general de accidentes zona 4 de mixco		NOMBRE OPERADOR: Cesar Cifuentes	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Alkemy S.A.	
CALDERA NUMERO: 2		COMBUSTIBLE: Bunke	NO. DE BIEN: S/N
MARCA : Kewanee		MODELO: H-3S-350-06	SERIE: R-4437
CAPACIDAD: 350 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR : Q 400,000.00
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)		105	Esta caldera es la que actualmente esta funcionando.
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)		100	
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)		30	
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)		205	
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)		180	
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)		350	

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador	/				
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición	/				
Motor modulador del registro	/				
Interruptor de bajo fogueo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama	/				
Transformador del motor modulador del registro	/				
Luces indicadoras	/				
Control Programador	/				
Ventilador	/				
Timbre de alarma	/				
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua	/				
Panel Eléctrico	/				
Chimenea	/				
Termóstato de la chimenea	/				
Tapadera Manhole	/				
Compresor de aire			X		Hay que reparar Q4000
Filtro del aire	/				
Válvula de retención	/				
Tanque receptor de aire-aceite					No Aplica
Manómetro de la presión del aire para atomización	/				
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante					No Aplica
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)					No Aplica
Colador de aceite lubricante					No Aplica
Válvula de control de la admisión de aire	/				
Interruptor del tirador de aceite	/				
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)	/				
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)	/				

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor	/				
Control de límite de presión para operación	/				
Control de alto límite de presión	/				
Control modulador de la presión	/				
Válvula de retención	/				
Manifold de Distribución de Vapor	/				
Válvula(s) de seguridad	/				
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller	/				
Mcdonnell Miller auxiliar			X		Hay que reparar Q300
Flotador del Mcdonnell Miller	/				
Diafragma del Mcdonnell Miller	/				
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller	/				
Columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la columna de agua			X		Hay que cambiar Q250
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora	/				
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas	/				
Válvula de gas principal	/				
Válvula de mariposa	/				
Regulador de la presión de gas	/				
Manómetro de la presión del piloto de gas	/				

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Conjunto del Pre calentador de combustible	/				
Colador de combustible	/				
Serpentín del pre calentador de combustible	/				
Trampa de vapor del pre calentador de combustible	/				
Interruptor del calentador de combustible	/				
Resistencias del pre calentador eléctrico de combustible	/				
Termostato del calentador de vapor	/				
Válvula de retención del calentador de vapor	/				
Válvula de vapor del calentador de combustible	/				
Regulador de la presión del calentador de vapor	/				
Termostato del calentador eléctrico de combustible	/				
Manómetro de la presión de entrada del combustible	/				
Válvula de escape del combustible	/				
Purgador de condensación	/				
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible			X		Hay que reparar Q5000
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible	/				
Regulador de la presión del combustible	/				
Termómetro del aceite combustible	/				
Válvula de contrapresión	/				
Manómetro de la presión del combustible devuelto	/				
Válvula de desvío manual	/				
Válvula de compuerta con orificio	/				
Válvula solenoide del combustible	/				
Válvula de purga de aire	/				
Boquilla con orificio para purga de aire					No Aplica
Colador de la boquilla de purga de aire					No Aplica
Válvula de retención de la purga de aire					No Aplica
Relevador de la purga de aire					No Aplica

	ESTADO ACTUAL				FUERA DE SERVICIO	OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO			
CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR						
Difusor	/					
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/					
Línea flexible del aire para atomización	/					
Línea flexible de combustible	/					
Tirador de combustible (Cañón de Quemador)	/					
Fotocelda			X			Hay que cambiar Q1500
Cuerpo del quemador	/					
Electrodos de Ignición	/					
Aislantes de Electrodo de Ignición	/					
Cables de Ignición	/					
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE						
	ESTADO ACTUAL				FUERA DE SERVICIO	OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO			
Leva Moduladora de combustible	/					
Tornillos de ajuste de la leva	/					
Resorte del perfil de la leva	/					
Válvula medidora del aceite	/					
Collarín						No Aplica
Seguidor de la leva						No Aplica
INYECTOR DEL QUEMADOR						
Cuerpo del inyector			X			Hay que cambiar el kit
Resorte del rotor			X			completo Q4500
Rotor			X			
Boquilla del inyector			X			

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera	/				
Agujeros para los pernos	/				
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)					No Aplica
Tejas del deflector (ladrillos)					No Aplica
Refractario moldeable (Concreto)	/				
Tubo de mira	/				
Línea de aire al tubo de mira					No Aplica
Cuerda de Fibra de vidrio	/				
Empaquetadura					No Aplica
Pernos de seguridad de la puerta	/				
Cemento Insulación					No Aplica
Empaque Bafle					No Aplica
Cabezal de tubos (Espejo)	/				
Remaches de la empaquetadura					No Aplica
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas	/				
Placa del deflector					No Aplica
Cabezal delantero (Espejo)	/				
Puerta intermedia					No Aplica
Empaquetadura para la cubierta del quemador	/				
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)	/				
Tejas Refractarias del hogar	/				
Cubierta del quemador	/				
Tejas deflectoras de la garganta	/				
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No.2 asciende a Q 15,550.00</p>					

2.2. Diagnóstico de las calderas del área departamental

2.2.1. Hospital de Escuintla

A continuación se presenta el diagnóstico de la caldera 1 del hospital de Escuintla.

Tabla XI Hoja de diagnóstico caldera 1, hospital de Escuintla

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 08 de septiembre de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Ingeniero Francisco Arrivillaga	
HOSPITAL: Escuintla		NOMBRE OPERADOR: Raúl Ardón	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA TRATAMIENTO DEL AGUA: Químicos Integrales	
CALDERA NUMERO: 1		COMBUSTIBLE: Bunke	NO. DE BIEN: S/N
MARCA : Cleaver Brooks		MODELO: CB-600-125	SERIE: L-68949
CAPACIDAD: 125 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR : Q 390,000.00
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)		100	Esta caldera esta funcionando
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)		10	actualmente.
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)		85	
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)		210	
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)		/	No hay termómetro en el tanque de
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)		375	condensados.

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador	/				
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición	/				
Motor modulador del registro			X		Hay que cambiar Q6000
Interruptor de bajo fogueo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama		X			Hay que cambiar Q700
Transformador del motor modulador del registro	/				
Luces indicadoras	/				
Control Programador	/				
Ventilador	/				
Timbre de alarma	/				
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua	/				
Panel Eléctrico		X			Hay que reparar Q800
Chimenea		X			Hay que reparar Q800
Termómetro de la chimenea	/				
Tapadera Manhole	/				
Compresor de aire	/				
Filtro del aire	/				
Válvula de retención	/				
Tanque receptor de aire-aceite	/				
Manómetro de la presión del aire para atomización	/				
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante	/				
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)	/				
Colador de aceite lubricante	/				
Válvula de control de la admisión de aire	/				
Interruptor del tirador de aceite	/				
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)	/				
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)	/				

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor	/				
Control de límite de presión para operación	/				
Control de alto límite de presión	/				
Control modulador de la presión	/	X			Hay que comprar Q3500
Válvula de retención	/				
Manifold de Distribución de Vapor	/	X			Hay que reparar Q5500
Válvula(s) de seguridad	/				
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller	/				
Mcdonnell Miller auxiliar	/				
Flotador del Mcdonnell Miller	/				
Diafragma del Mcdonnell Miller	/				
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller	/				
Columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora	/				
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas	/				
Válvula de gas principal	/				
Válvula de mariposa	/				
Regulador de la presión de gas	/				
Manómetro de la presión del piloto de gas	/		X		Hay que cambiar Q250

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Conjunto del Pre calentador de combustible	/				
Colador de combustible	/				
Serpentín del pre calentador de combustible	/				
Trampa de vapor del pre calentador de combustible	/				
Interruptor del calentador de combustible	/				
Resistencias del pre calentador eléctrico de combustible	/				
Termostato del calentador de vapor		X			Hay que cambiar Q5000
Válvula de retención del calentador de vapor	/				
Válvula de vapor del calentador de combustible	/				
Regulador de la presión del calentador de vapor			X		Hay que cambiar Q700
Termostato del calentador eléctrico de combustible			X		Hay que cambiar Q6000
Manómetro de la presión de entrada del combustible	/				
Válvula de escape del combustible			X		Hay que cambiar Q300
Purgador de condensación	/				
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible	/				
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible	/				
Regulador de la presión del combustible	/				
Termómetro del aceite combustible	/				
Válvula de contrapresión	/				
Manómetro de la presión del combustible devuelto			X		Hay que cambiar Q250
Válvula de desvío manual	/				
Válvula de compuerta con orificio	/				
Válvula solenoide del combustible	/				
Válvula de purga de aire	/				
Boquilla con orificio para purga de aire	/				
Colador de la boquilla de purga de aire	/				
Válvula de retención de la purga de aire	/				
Relevador de la purga de aire	/				

	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR					
Difusor	/				
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/				
Línea flexible del aire para atomización		X			Hay que comprar Q350
Línea flexible de combustible	/				
Tirador de combustible (Cañon de Quemador)	/				
Fotocelda	/				
Cuerpo del quemador	/				
Electrodos de Ignición	/				
Aislantes de Electrodo de Ignición	/				
Cables de Ignición	/				
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE					
Leva Moduladora de combustible	/				
Tornillos de ajuste de la leva	/				
Resorte del perfil de la leva	/				
Válvula medidora del aceite	/				
Collarín	/				
Seguidor de la leva	/				
INYECTOR DEL QUEMADOR					
Cuerpo del inyector	/				
Resorte del rotor	/				
Rotor	/				
Boquilla del inyector	/				

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera	/				
Agujeros para los pernos	/				
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)			X		Hay que reparar Q350
Tejas del deflector (ladrillos)	/				
Refractario moldeable (Concreto)			X		Hay que reparar Q450
Tubo de mira		X			Hay que reparar Q150
Línea de aire al tubo de mira	/				
Cuerda de Fibra de vidrio			X		Hay que cambiar Q2000
Empaquetadura			X		Hay que cambiar Q600
Pernos de seguridad de la puerta	/				
Cemento Insulación			X		Hay que cambiar Q400
Empaque Baffle			X		Hay que cambiar Q600
Cabezal de tubos (Espejo)	/				
Remaches de la empaquetadura			X		Hay que cambiar Q75.00
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas	/				
Placa del deflector	/				
Cabezal delantero (Espejo)	/				
Puerta intermedia	/				
Empaquetadura para la cubierta del quemador			X		Hay que cambiar Q350
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)			X		Hay que cambiar Q800
Tejas Refractarias del hogar	/				
Cubierta del quemador	/				
Tejas deflectoras de la garganta	/				
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No. 1 asciende a Q 35,925.00</p>					

A continuación se presenta el diagnóstico de la caldera 2 del hospital de Escuintla.

Tabla XII Hoja de diagnóstico caldera 2, hospital de Escuintla

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 8 de septiembre de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Ingeniero Francisco Arrivillaga	
HOSPITAL: Escuintla		NOMBRE OPERADOR: Raúl Ardón	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA TRATAMIENTO DEL AGUA: Químicos Integrales	
CALDERA NUMERO: 2		COMBUSTIBLE: Bunke	NO. DE BIEN: S/N
MARCA : Cleaver Brooks		MODELO: CB-650-125	SERIE: L-68959
CAPACIDAD: 125 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR : Q 410,000.00
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)			Esta caldera actualmente esta lista
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)			para mantenimiento preventivo
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)			y correctivo semestral.
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)			
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)			
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)			

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador	/				
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición	/		X		Hay que cambiar Q6000
Motor modulador del registro	/				
Interruptor de bajo fogueo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama	/		X		Hay que cambiar Q700
Transformador del motor modulador del registro	/				
Luces indicadoras	/				
Control Programador					
Ventilador	/				
Timbre de alarma	/				
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua	/		X		Hay que reparar Q6000
Panel Eléctrico	/				
Chimenea	/	X			Hay que reparar Q800
Termómetro de la chimenea	/				
Tapadera Manhole	/				
Compresor de aire	/				
Filtro del aire	/				
Válvula de retención	/				
Tanque receptor de aire-aceite	/				
Manómetro de la presión del aire para atomización			X		Hay que cambiar Q150
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante	/				
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)	/				
Colador de aceite lubricante	/				
Válvula de control de la admisión de aire	/				
Interruptor del tirador de aceite	/				
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)	/				
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)	/				

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor	/				
Control de límite de presión para operación	/		X		Hay que cambiar Q3500
Control de alto límite de presión	/		X		Hay que cambiar Q3500
Control modulador de la presión	/		X		Hay que cambiar Q3500
Válvula de retención	/				
Manifold de Distribución de Vapor	/	X			Hay que reparar Q1200
Válvula(s) de seguridad	/				
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller	/				
Mcdonnell Miller auxiliar		X			Hay que cambiar Q7000
Flotador del Mcdonnell Miller	/				
Diafragma del Mcdonnell Miller	/				
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller	/				
Columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la columna de agua			X		Hay que cambiar Q250
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora			X		Hay que cambiar Q150
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas	/				
Válvula de gas principal	/				
Válvula de mariposa	/				
Regulador de la presión de gas	/				
Manómetro de la presión del piloto de gas	/				

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Conjunto del Pre calentador de combustible	/				
Colador de combustible	/				
Serpentín del pre calentador de combustible	/				
Trampa de vapor del pre calentador de combustible					
Interruptor del calentador de combustible	/				
Resistencias del pre calentador eléctrico de combustible	/				
Termostato del calentador de vapor			X		Hay que cambiar Q6000
Válvula de retención del calentador de vapor	/				
Válvula de vapor del calentador de combustible	/				
Regulador de la presión del calentador de vapor			X		Hay que cambiar Q700
Termostato del calentador eléctrico de combustible	/				
Manómetro de la presión de entrada del combustible			X		Hay que cambiar Q250
Válvula de escape del combustible	/				
Purgador de condensación	/				
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible	/				
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible			X		Hay que cambiar Q250
Regulador de la presión del combustible	/				
Termómetro del aceite combustible	/				
Válvula de contrapresión	/				
Manómetro de la presión del combustible devuelto					
Válvula de desvío manual	/				
Válvula de compuerta con orificio	/				
Válvula solenoide del combustible	/				
Válvula de purga de aire	/				
Boquilla con orificio para purga de aire	/				
Colador de la boquilla de purga de aire	/				
Válvula de retención de la purga de aire	/				
Relevador de la purga de aire	/				

	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR					
Difusor			X		Hay que cambiar Q3500
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/				
Línea flexible del aire para atomización			X		Hay que cambiar Q350
Línea flexible de combustible			X		Hay que cambiar Q350
Tirador de combustible (Cañon de Quemador)	/				
Fotocelda	/				
Cuerpo del quemador	/				
Electrodos de Ignición			X		Hay que cambiar Q450
Aislantes de Electrodo de Ignición	/				
Cables de Ignición	/				
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE					
Leva Moduladora de combustible	/				
Tornillos de ajuste de la leva	/				
Resorte del perfil de la leva	/				
Válvula medidora del aceite	/				
Collarín	/				
Seguidor de la leva	/				
INYECTOR DEL QUEMADOR					
Cuerpo del inyector			X		Hay que cambiar Q5000
Resorte del rotor			X		todo el kit
Rotor			X		
Boquilla del inyector			X		

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera	/				
Agujeros para los pernos	/				
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)	/				
Tejas del deflector (ladrillos)	/				
Refractario moldeable (Concreto)	/				
Tubo de mira	/				
Línea de aire al tubo de mira	/				
Cuerda de Fibra de vidrio	/				
Empaquetadura	/				
Pernos de seguridad de la puerta	/				
Cemento Insulación	/				
Empaque Bafle	/				
Cabezal de tubos (Espejo)	/				
Remaches de la empaquetadura	/				
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas	/				
Placa del deflector	/				
Cabezal delantero (Espejo)	/				
Puerta intermedia	/				
Empaquetadura para la cubierta del quemador	/				
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)	/				
Tejas Refractarias del hogar	/				
Cubierta del quemador	/				
Tejas deflectoras de la garganta	/				
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No. 2 asciende a Q 49,600.00</p>					

2.2.2. Hospital de Mazatenango

A continuación se presenta diagnóstico de la caldera 1 del hospital de Mazatenango.

Tabla XIII Hoja de diagnóstico caldera 1, hospital de Mazatenango

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 7 de septiembre de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Luis Medrano	
HOSPITAL: Mazatenango		NOMBRE OPERADOR: Gustavo Hidalgo	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Alkemy S.A.	
CALDERA NUMERO: 1		COMBUSTIBLE: Bunker	NO. DE BIEN: S/N
MARCA : Kewanee		MODELO: H-3S-100-06	SERIE: 10725
CAPACIDAD: 100 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR :Q 329,063.88
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)		100	Esta caldera esta funcionando actualmente.
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)		35	
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)		80	
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)		110	
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)		120	
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)		400	

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador	/				
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición	/				
Motor modulador del registro	/				
Interruptor de bajo fogueo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama	/				
Transformador del motor modulador del registro	/				
Luces indicadoras	/				
Control Programador	/				
Ventilador	/				
Timbre de alarma	/				
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua			X		Hay que reparar Q6000
Panel Eléctrico	/				
Chimenea	/				
Termómetro de la chimenea	/				
Tapadera Manhole		X			Hay que reparar Q230
Compresor de aire	/				
Filtro del aire	/				
Válvula de retención	/				
Tanque receptor de aire-aceite					No Aplica
Manómetro de la presión del aire para atomización		X			Hay que reparar Q150
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante					No Aplica
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)					No Aplica
Colador de aceite lubricante					No Aplica
Válvula de control de la admisión de aire		X			Hay que cambiar Q1600
Interruptor del tirador de aceite	/				
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)		X			Hay que reparar Q300
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)	/				

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor	/				
Control de límite de presión para operación	/				
Control de alto límite de presión	/				
Control modulador de la presión	/				
Válvula de retención	/				
Manifold de Distribución de Vapor			X		Hay que reparar Q6000
Válvula(s) de seguridad	/				
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller	/				
Mcdonnell Miller auxiliar	/				
Flotador del Mcdonnell Miller	/				
Diafragma del Mcdonnell Miller	/				
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller	/				
Columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la columna de agua			X		Hay que cambiar Q250
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora			X		Hay que cambiar Q100
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas	/				
Válvula de gas principal	/				
Válvula de mariposa	/				
Regulador de la presión de gas	/				
Manómetro de la presión del piloto de gas			X		Hay que cambiar Q250

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE

	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Colador de combustible	/				
Serpentín del precalentador de combustible	/				
Trampa de vapor del precalentador de combustible	/				
Interruptor del calentador de combustible	/				
Resistencias del precalentador eléctrico de combustible	/				
Termostato del calentador de vapor	/				
Válvula de retención del calentador de vapor	/				
Válvula de vapor del calentador de combustible	/				
Regulador de la presión del calentador de vapor	/				
Termostato del calentador eléctrico de combustible	/				
Manómetro de la presión de entrada del combustible	/				
Válvula de escape del combustible			X		Hay que cambiar Q150
Purgador de condensación	/				

CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE

Bomba de combustible		X			Hay que cambiar Q7000
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible		X			Hay que cambiar Q250
Regulador de la presión del combustible	/				
Termómetro del aceite combustible	/				
Válvula de contrapresión	/				
Manómetro de la presión del combustible devuelto		X			Hay que cambiar Q250
Válvula de desvío manual	/				
Válvula de compuerta con orificio	/				
Válvula solenoide del combustible		X			Hay que cambiar Q2000
Válvula de purga de aire		X			Hay que cambiar Q1000
Boquilla con orificio para purga de aire					No Aplica
Colador de la boquilla de purga de aire					No Aplica
Válvula de retención de la purga de aire					No Aplica
Relevador de la purga de aire					No Aplica

	ESTADO ACTUAL				FUERA DE SERVICIO	OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO			

CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR

Difusor	/					
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/					
Línea flexible del aire para atomización			X			Hay que cambiar Q350
Línea flexible de combustible			X			Hay que cambiar Q350
Tirador de combustible (Cañon de Quemador)	/					
Fotocelda	/					
Cuerpo del quemador	/					
Electrodos de Ignición	/					
Aislantes de Electrodo de Ignición	/					
Cables de Ignición	/					

CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE

	ESTADO ACTUAL				FUERA DE SERVICIO	OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO			
Leva Moduladora de combustible	/					
Tornillos de ajuste de la leva	/					
Resorte del perfil de la leva	/					
Válvula medidora del aceite	/					
Collarín						No Aplica
Seguidor de la leva						No Aplica

INYECTOR DEL QUEMADOR

Cuerpo del inyector			X			Hay que cambiar el kit
Resorte del rotor			X			completo Q4500
Rotor			X			
Boquilla del inyector			X			

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera	/				
Agujeros para los pernos	/				
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)					No Aplica
Tejas del deflector (ladrillos)					No Aplica
Refractario moldeable (Concreto)	/				
Tubo de mira	/				
Línea de aire al tubo de mira					No Aplica
Cuerda de Fibra de vidrio			X		Hay que cambiar Q2000
Empaquetadura					No Aplica
Pernos de seguridad de la puerta	/				
Cemento Insulación					No Aplica
Empaque Bafle					No Aplica
Cabezal de tubos (Espejo)	/				
Remaches de la empaquetadura					No Aplica
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas	/				
Placa del deflector					No Aplica
Cabezal delantero (Espejo)	/				
Puerta intermedia					No Aplica
Empaquetadura para la cubierta del quemador			X		Hay que cambiar Q300
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)			X		Hay que cambiar Q350
Tejas Refractarias del hogar	/				
Cubierta del quemador	/				
Tejas deflectoras de la garganta	/				
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No. 1 asciende a Q 33,430.00</p>					

A continuación se presenta el diagnóstico de la caldera 2 del hospital de Mazatenango.

Tabla XIV Hoja de diagnóstico, caldera 2, hospital de Mazatenango

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 7 de septiembre de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Luis Medrano	
HOSPITAL: Mazatenango		NOMBRE OPERADOR: Gustavo Hidalgo	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Alkemy S.A.	
CALDERA NUMERO: 2		COMBUSTIBLE: Bunker	NO. DE BIEN: S/N
MARCA : Kewanee		MODELO: H-3S-100-06	SERIE: 10255
CAPACIDAD: 100 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR :Q 329,063.88
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)			Esta caldera esta fuera de servicio,
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)			pendiente de mantenimiento
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)			preventivo y correctivo semestral
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)			porque no se han comprado los
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)			materiales.
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)			

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador	/				
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición			X		Hay que cambiar Q6000
Motor modulador del registro	/				
Interruptor de bajo fogueo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama	/				
Transformador del motor modulador del registro	/				
Luces indicadoras			X		Hay que reparar Q150
Control Programador			X		Reparación Q12000
Ventilador	/				
Timbre de alarma	/				
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua			X		Hay que reparar Q6000
Panel Eléctrico	/				
Chimenea	/				
Termómetro de la chimenea	/				
Tapadera Manhole		X			Hay que reparar Q230
Compresor de aire	/				
Filtro del aire	/				
Válvula de retención	/				
Tanque receptor de aire-aceite					No Aplica
Manómetro de la presión del aire para atomización			X		Hay que reparar Q150
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante					No Aplica
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)					No Aplica
Colador de aceite lubricante					No Aplica
Válvula de control de la admisión de aire			X		Hay que cambiar Q1600
Interruptor del tirador de aceite	/				
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)		X			Hay que reparar Q300
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)	/				

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor	/				
Control de límite de presión para operación	/				
Control de alto límite de presión	/				
Control modulador de la presión	/				
Válvula de retención	/				
Manifold de Distribución de Vapor			X		Hay que reparar Q6000
Válvula(s) de seguridad	/				
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller	/				
Mcdonnell Miller auxiliar			X		Hay que cambiar Q6500
Flotador del Mcdonnell Miller			X		todo el kit del Mcdonnell
Diafragma del Mcdonnell Miller			X		Miller auxiliar
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller			X		
Columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la columna de agua			X		Hay que cambiar Q250
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora			X		Hay que cambiar Q100
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas	/				
Válvula de gas principal	/				
Válvula de mariposa	/				
Regulador de la presión de gas	/				
Manómetro de la presión del piloto de gas			X		Hay que cambiar Q250

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Colador de combustible	/				
Serpentín del precalentador de combustible	/				
Trampa de vapor del precalentador de combustible	/				
Interruptor del calentador de combustible	/				
Resistencias del precalentador eléctrico de combustible	/				
Termostato del calentador de vapor	/				
Válvula de retención del calentador de vapor	/				
Válvula de vapor del calentador de combustible	/				
Regulador de la presión del calentador de vapor	/				
Termostato del calentador eléctrico de combustible	/				
Manómetro de la presión de entrada del combustible	/				
Válvula de escape del combustible			X		Hay que cambiar Q150
Purgador de condensación	/				
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible			X		Hay que cambiar Q7000
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible			X		Hay que cambiar Q250
Regulador de la presión del combustible	/				
Termómetro del aceite combustible	/				
Válvula de contrapresión	/				
Manómetro de la presión del combustible devuelto			X		Hay que cambiar Q250
Válvula de desvío manual	/				
Válvula de compuerta con orificio	/				
Válvula solenoide del combustible		X			Hay que cambiar Q2000
Válvula de purga de aire			X		Hay que cambiar Q1000
Boquilla con orificio para purga de aire					No Aplica
Colador de la boquilla de purga de aire					No Aplica
Válvula de retención de la purga de aire					No Aplica
Relevador de la purga de aire					No Aplica

	ESTADO ACTUAL				FUERA DE SERVICIO	OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO			
CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR						
Difusor	/					
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/					
Línea flexible del aire para atomización			X			Hay que cambiar Q350
Línea flexible de combustible			X			Hay que cambiar Q350
Tirador de combustible (Cañon de Quemador)	/					
Fotocelda			X			Hay que cambiar Q1500
Cuerpo del quemador	/					
Electrodos de Ignición			X			Hay que cambiar
Aislantes de Electrodo de Ignición			X			todo el kit Q600
Cables de Ignición	/					
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE						
	ESTADO ACTUAL				FUERA DE SERVICIO	OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO			
Leva Moduladora de combustible	/					
Tornillos de ajuste de la leva	/					
Resorte del perfil de la leva	/					
Válvula medidora del aceite			X			Hay que cambiar Q1500
Collarín						No Aplica
Seguidor de la leva						No Aplica
INYECTOR DEL QUEMADOR						
Cuerpo del inyector			X			Hay que cambiar el kit
Resorte del rotor			X			completo Q4500
Rotor			X			
Boquilla del inyector			X			

2.2.3. Hospital de Retalhuleu

A continuación se presenta el diagnóstico de la caldera 1 del hospital de Retalhuleu.

Tabla XV Hoja de diagnóstico caldera 1, hospital de Retalhuleu

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 5 de septiembre de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Gustavo Marín	
HOSPITAL: Retalhuleu		NOMBRE OPERADOR: Jorge Gutierrez	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Alkemy S.A.	
CALDERA NUMERO: 1		COMBUSTIBLE: Diesel	NO. DE BIEN: S/N
MARCA : Kewanee		MODELO: H-3S-60	SERIE: No visible
CAPACIDAD: 60 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR :Q 290.000.00
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)			Esta caldera ya necesita
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)			mantenimiento preventivo y
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)			correctivo semestral, además
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)			necesita nuevo control programador.
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)			Ya está la lista de materiales, pero
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)			no la han comprado.

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador	/				
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición	/				
Motor modulador del registro	/				
Interruptor de bajo fogueo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama	/				
Transformador del motor modulador del registro	/				
Luces indicadoras	/				
Control Programador			X		Reparación Q12000
Ventilador	/				
Timbre de alarma	/				
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua	/				
Panel Eléctrico	/				
Chimenea	/				
Termómetro de la chimenea	/				
Tapadera Manhole					No Aplica
Compresor de aire					No Aplica
Filtro del aire					No Aplica
Válvula de retención					No Aplica
Tanque receptor de aire-aceite					No Aplica
Manómetro de la presión del aire para atomización					No Aplica
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante					No Aplica
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)					No Aplica
Colador de aceite lubricante					No Aplica
Válvula de control de la admisión de aire					No Aplica
Interruptor del tirador de aceite					No Aplica
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)	/				
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)					No Aplica

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor	/				
Control de límite de presión para operación	/				
Control de alto límite de presión	/				
Control modulador de la presión	/				
Válvula de retención	/				
Manifold de Distribución de Vapor	/				
Válvula(s) de seguridad	/				
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller	/				
Mcdonnell Miller auxiliar	/				
Flotador del Mcdonnell Miller	/				
Diafragma del Mcdonnell Miller	/				
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller	/				
Columna de agua	/				
Válvula de drenaje de la columna de agua			X		Hay que cambiar Q250
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora			X		Hay que cambiar Q100
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas					No Aplica
Válvula de gas principal					No Aplica
Válvula de mariposa					No Aplica
Regulador de la presión de gas					No Aplica
Manómetro de la presión del piloto de gas					No Aplica

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Colador de combustible					No Aplica
Serpentín del precalentador de combustible					No Aplica
Trampa de vapor del precalentador de combustible					No Aplica
Interruptor del calentador de combustible					No Aplica
Resistencias del precalentador eléctrico de combustible					No Aplica
Termostato del calentador de vapor					No Aplica
Válvula de retención del calentador de vapor					No Aplica
Válvula de vapor del calentador de combustible					No Aplica
Regulador de la presión del calentador de vapor					No Aplica
Termostato del calentador eléctrico de combustible					No Aplica
Manómetro de la presión de entrada del combustible					No Aplica
Válvula de escape del combustible					No Aplica
Purgador de condensación					No Aplica
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible			X		Hay que cambiar Q4000
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible					No Aplica
Regulador de la presión del combustible					No Aplica
Termómetro del aceite combustible					No Aplica
Válvula de contrapresión					No Aplica
Manómetro de la presión del combustible devuelto	/				
Válvula de desvío manual					No Aplica
Válvula de compuerta con orificio					No Aplica
Válvula solenoide del combustible	/				
Válvula de purga de aire					No Aplica
Boquilla con orificio para purga de aire					No Aplica
Colador de la boquilla de purga de aire					No Aplica
Válvula de retención de la purga de aire					No Aplica
Relevador de la purga de aire					No Aplica

	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR					
Difusor	/				
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/				
Línea flexible del aire para atomización					No Aplica
Línea flexible de combustible					No Aplica
Tirador de combustible (Cañon de Quemador)	/				
Fotocelda			X		Hay que cambiar Q1500
Cuerpo del quemador	/				
Electrodos de Ignición	/				
Aislantes de Electrodo de Ignición	/				
Cables de Ignición	/				
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Leva Moduladora de combustible	/				
Tornillos de ajuste de la leva	/				
Resorte del perfil de la leva	/				
Válvula medidora del aceite					No Aplica
Collarín					No Aplica
Seguidor de la leva					No Aplica
INYECTOR DEL QUEMADOR					
Cuerpo del inyector	/				
Resorte del rotor					No Aplica
Rotor					No Aplica
Boquilla del inyector	/				

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera	/				
Agujeros para los pernos	/				
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)					No Aplica
Tejas del deflector (ladrillos)					No Aplica
Refractario moldeable (Concreto)					No Aplica
Tubo de mira	/				
Línea de aire al tubo de mira	/				
Cuerda de Fibra de vidrio		X			Hay que cambiar Q2000
Empaquetadura					No Aplica
Pernos de seguridad de la puerta	/				
Cemento Insulación					No Aplica
Empaque Bafle					No Aplica
Cabezal de tubos (Espejo)		X			Hay que reparar Q2500
Remaches de la empaquetadura					No Aplica
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas					No Aplica
Placa del deflector					No Aplica
Cabezal delantero (Espejo)	/				
Puerta intermedia					No Aplica
Empaquetadura para la cubierta del quemador					No Aplica
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)					No Aplica
Tejas Refractarias del hogar					No Aplica
Cubierta del quemador	/				
Tejas deflectoras de la garganta					No Aplica
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No. 1 asciende a Q 22,350.00</p>					

A continuación se presenta el diagnóstico de la caldera 2 del hospital de Retalhuleu.

Tabla XVI Hoja de diagnóstico caldera 2, hospital de Retalhuleu

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS			
FECHA: 5 de septiembre de 2006		JEFE MANTENIMIENTO: Gustavo Marín	
HOSPITAL: Retalhuleu		NOMBRE OPERADOR: Jorge Gutierrez	
CANTIDAD DE CALDERAS: 2		EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Alkemy S.A.	
CALDERA NUMERO: 2		COMBUSTIBLE: Diesel	NO. DE BIEN: S/N
MARCA : Kewanee		MODELO: H-3S-60	SERIE: No visible
CAPACIDAD: 60 HP		PRES. MAX: 150 PSI	VALOR :Q 290.000.00
DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION			
	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)		90	Esta caldera esta funcionando
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)		No Aplica	actualmente pero de modo inade-
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)		60	cuado ya que esta funcionando sin
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)		No Aplica	sin control programador, de forma
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)		40	manual lo cual es un riesgo, ya que
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)		300	un descuido provocaría un accidente.

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador	/				
Arranque del motor ventilador	/				
Transformador para la ignición	/				
Motor modulador del registro	/				
Interruptor de bajo fogueo	/				
Interruptor del quemador	/				
Placas de identificación	/				
Interruptor manual-automático	/				
Control manual de la llama	/				
Transformador del motor modulador del registro	/				
Luces indicadoras	/				
Control Programador			X		Reparación Q12000
Ventilador	/				
Timbre de alarma	/				
Interruptor de prueba de aire para combustión	/				
Bomba de Suministro de Agua	/				
Panel Eléctrico	/				
Chimenea	/				
Termómetro de la chimenea	/				
Tapadera Manhole					No Aplica
Compresor de aire					No Aplica
Filtro del aire					No Aplica
Válvula de retención					No Aplica
Tanque receptor de aire-aceite					No Aplica
Manómetro de la presión del aire para atomización					No Aplica
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante					No Aplica
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)					No Aplica
Colador de aceite lubricante					No Aplica
Válvula de control de la admisión de aire					No Aplica
Interruptor del tirador de aceite					No Aplica
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)	/				
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)					No Aplica

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Colador de combustible					No Aplica
Serpentín del precalentador de combustible					No Aplica
Trampa de vapor del precalentador de combustible					No Aplica
Interruptor del calentador de combustible					No Aplica
Resistencias del precalentador eléctrico de combustible					No Aplica
Termostato del calentador de vapor					No Aplica
Válvula de retención del calentador de vapor					No Aplica
Válvula de vapor del calentador de combustible					No Aplica
Regulador de la presión del calentador de vapor					No Aplica
Termostato del calentador eléctrico de combustible					No Aplica
Manómetro de la presión de entrada del combustible					No Aplica
Válvula de escape del combustible					No Aplica
Purgador de condensación					No Aplica
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible	/				
Manifold de Operación	/				
Manómetro de la presión del quemador de combustible					No Aplica
Regulador de la presión del combustible					No Aplica
Termómetro del aceite combustible					No Aplica
Válvula de contrapresión					No Aplica
Manómetro de la presión del combustible devuelto	/				
Válvula de desvío manual					No Aplica
Válvula de compuerta con orificio					No Aplica
Válvula solenoide del combustible	/				
Válvula de purga de aire					No Aplica
Boquilla con orificio para purga de aire					No Aplica
Colador de la boquilla de purga de aire					No Aplica
Válvula de retención de la purga de aire					No Aplica
Relevador de la purga de aire					No Aplica

	ESTADO ACTUAL				FUERA DE SERVICIO	OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO			
CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR						
Difusor	/					
Registro Rotatorio del aire (Damper)	/					
Línea flexible del aire para atomización						No Aplica
Línea flexible de combustible						No Aplica
Tirador de combustible (Cañon de Quemador)	/					
Fotocelda			X			Hay que cambiar Q1500
Cuerpo del quemador	/					
Electrodos de Ignición	/					
Aislantes de Electrodo de Ignición	/					
Cables de Ignición	/					
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE						
	ESTADO ACTUAL				FUERA DE SERVICIO	OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO			
Leva Moduladora de combustible	/					
Tornillos de ajuste de la leva	/					
Resorte del perfil de la leva	/					
Válvula medidora del aceite						No Aplica
Collarín						No Aplica
Seguidor de la leva						No Aplica
INYECTOR DEL QUEMADOR						
Cuerpo del inyector	/					
Resorte del rotor						No Aplica
Rotor						No Aplica
Boquilla del inyector	/					

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera	/				
Agujeros para los pernos	/				
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)					No Aplica
Tejas del deflector (ladrillos)					No Aplica
Refractario moldeable (Concreto)					No Aplica
Tubo de mira	/				
Línea de aire al tubo de mira	/				
Cuerda de Fibra de vidrio		X			Hay que cambiar Q2000
Empaquetadura					No Aplica
Pernos de seguridad de la puerta	/				
Cemento Insulación					No Aplica
Empaque Bafle					No Aplica
Cabezal de tubos (Espejo)	/				
Remaches de la empaquetadura					No Aplica
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas					No Aplica
Placa del deflector					No Aplica
Cabezal delantero (Espejo)	/				
Puerta intermedia					No Aplica
Empaquetadura para la cubierta del quemador					No Aplica
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)					No Aplica
Tejas Refractarias del hogar					No Aplica
Cubierta del quemador	/				
Tejas deflectoras de la garganta					No Aplica
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No. 2 asciende a Q 15,500.00</p>					

A continuación se presenta un resumen del costo total que tendrá la reparación de cada una de las calderas de cada unidad hospitalaria.

Tabla XVII Resumen del costo total para reparar todas las calderas

	Caldera 1	Caldera 2	Total
Hospital de gineco-obstetricia zona 12	Q 29,950.00	Q 65,575.00	Q 95,525.00
Hospital de enfermedades zona 9	Q 19,925.00	Q 41,975.00	Q 61,900.00
Hospital Dr. Juan José Arévalo Bermejo	Q 48,700.00	Q 39,250.00	Q 87,950.00
Hospital de pedriatría zona 9	De Baja	Q 40,875.00	Q 40,875.00
Hospital de accidentes zona 4 de mixco	Q 60,750.00	Q 15,550.00	Q 76,300.00
Hospital de Escuintla	Q 35,950.00	Q 49,600.00	Q 85,550.00
Hospital de Mazatenango	Q 33,430.00	Q 52,150.00	Q 85,580.00
Hospital de Retalhuleu	Q 22,350.00	Q 15,500.00	Q 40,100.00
Costo Total de la reparación de todas las calderas de la Institución			Q 573,780.00

3. PROPUESTA PARA MEJORAR EL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS

En base al diagnóstico realizado se proponen las siguientes rutinas de mantenimiento para mantener en buen estado las calderas de todas las unidades hospitalarias del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

3.1. Guía para programación de mantenimiento preventivo para calderas de unidades hospitalarias del IGSS

3.1.1. Semanales

A continuación se mencionan todas las rutinas que deben programarse semanalmente en el cuarto de calderas de cada unidad hospitalaria, queda a criterio del jefe 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

3.1.2. Mensuales

En las rutinas mensuales al igual que en las semanales deben establecerse día, hora, tiempo estimado y encargado de realizar la rutina de mantenimiento. A continuación mencionamos las rutinas mensuales que deben programarse:

- 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 electrodos de ignición
- Cables de ignición
- Tubo de nivel de agua
- Revisión del prensaestopas
- Accesorios de tubería
- Limpieza del ventilador
- Cápsulas de mercurio del McDonnell
- 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

3.1.3. Trimestrales

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

- Lavado de la cámara de agua

3.1.4. 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.

- Lubricación de cojinetes de bombas 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
- Fajas de transmisión en el sistema de aire
- Filtro de válvula de flotador
- Filtro de la descarga del tanque a la bomba de alimentación
- Pintura y limpieza

3.1.5. 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

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.

3.2. Rutinas de mantenimiento preventivo para calderas de las unidades hospitalarias del IGSS

3.2.1. Conjunto de quemador

3.2.1.1. Chequeo de funcionamiento

Semanalmente revise 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. Verifique que la presión del combustible oscile entre 75 a 85 PSI y la temperatura del combustible sea 210 °F. Si tanto la temperatura como la presión no son las ideales corrijalas de inmediato.

3.2.1.2. Boquillas

Mensualmente desmonte la boquilla y desármela 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 asegúrese de no cambiarlas de posición porque pueden ser de diferente capacidad.

3.2.1.3. Cuerpo del quemador

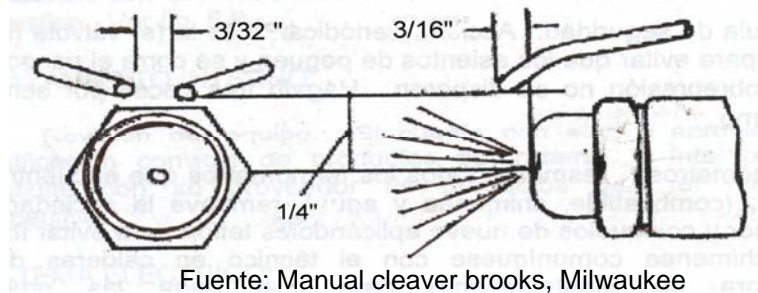
Mensualmente utilice un pedazo de trapo humedecido con diesel o tiner para hacer la limpieza en todas sus partes, para esto desármelo cuidadosamente, luego séquelas con un pedazo de trapo limpio y seco, a manera de eliminarle todos los residuos que resulten de la limpieza.

3.2.1.4. Electrodo de ignición

Mensualmente desmóntelos con cuidado para evitar que se quiebre el aislante, luego límpielos con lija fina y colóquelos de acuerdo con figura de abajo. Observe que se mantengan apretadas las terminales de los cables de encendido y que la porcelana del electrodo no esté dañada, en tal

caso reemplazarlo.

Figura 12 Detalle de electrodo de ignición



3.2.1.5. Aislantes de electrodos de ignición

Trimestralmente revise el estado de las porcelanas, cámbielas si se encuentran rajadas pues podría provocar que la chispa se fugue por las rajaduras.

3.2.1.6. Cables de ignición

Mensualmente compruebe el estado de los cables de ignición con un medidor de continuidad, si en caso estuviesen abiertos cámbielos por otros nuevos y observe que las terminales hagan buen contacto tanto en los electrodos como en el transformador de ignición, en caso contrario sustitúyalas por nuevas.

3.2.1.7. Piloto de gas

Trimestralmente observe que no existan fugas en la línea de conducción y limpie la salida con un pedazo de trapo limpio y seco, compruebe que la presión del gas sea la correcta, varia 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, ajuste el regulador antes mencionado hasta que la presión se encuentre dentro del rango indicado.

3.2.1.8. Foto-celda

Mensualmente límpiela con un pedazo de trapo (wipe) completamente seco al igual que el conducto en donde va colocada. Se debe realizar pruebas para determinar el buen funcionamiento de la misma. Para esto ponga la caldera en funcionamiento y cuando este trabajando normal, es decir, cuando la llama se encuentre estabilizado, desmonte la foto-celda y tápela con la mano, en ese momento la caldera desconectará todo el sistema eléctrico por falla de llama.

Si no lo hiciera, revise las conexiones y cables de la foto-celda al quemador y si es necesario cambie la foto-celda.

Figura 13 Fococelda



Fuente: Hospital de Escuintla

3.2.1.9. Combustión

Mensualmente deberá guiarse por la lectura del termómetro de la chimenea, el que tendrá que marcar una temperatura que oscile entre 350 y 375 °F. 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 deberá realizar la limpieza correspondiente. Para esta operación se llama al mecánico de calderas de la división de mantenimiento.

Figura 14 Termómetro de la chimenea

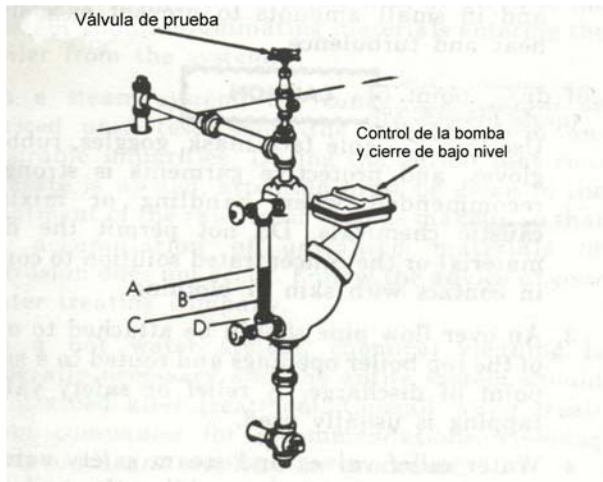


Fuente: Hospital de Escuintla

3.2.1.10. 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. Para tener una idea más clara observe la figura 15.

Figura 15 Niveles de agua en una 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 Cleaver Brooks, Milwaukee

Cualquier variación en las condiciones de operación del nivel de agua merecerá la intervención y realizar los ajustes necesarios.

3.2.1.11. Tubo de nivel

Mensualmente revise que no existan fugas en las tuercas del tubo, de ser así ajuste las tuercas y si persisten las fugas, cambie los empaques. Si el cristal del tubo de nivel está sucio, límpielo interior como exteriormente con lija lo más fina posible, si se encuentra rajado cámbielo por uno nuevo.

3.2.1.12. Flotador

Semestralmente desmonte el Mc. Donnell limpie el flote con cuidado y revise que no tenga picaduras, si existen reemplácelo por uno nuevo.

3.2.1.13. Diafragma del flotador

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

3.2.1.14. Columna del Mc. Donnell

Semestralmente al desmontar el cabezal revise y limpie el interior del cuerpo del Mc. Donnell.

Elimine el sarro y demás suciedades o depósitos pues pueden provocar que el guarda nivel (flote), se quede trabado y emita una señal equívoca del nivel de agua dentro de la caldera, además pone en riesgo al personal de operación y al equipo.

3.2.1.15. Purga

Realice las purgas recomendadas por el proveedor de productos químicos, en caso contrario realícelas de la manera siguiente. Al inicio de la jornada, cuando la caldera alcance la primera carga de vapor, abra la válvula de purga del tubo de nivel, luego abra la válvula de purga del Mc. Donnell. En el momento de que la bomba de agua empiece a funcionar ciérrela, espere que se reestablezca el nivel de agua y proceda de la misma forma con las válvulas de purga de superficie y de fondo, luego abra la

válvula principal de vapor para proporcionarlo a los servicios que lo requieran.

Durante la jornada repita la operación dos veces mas, procurando que la última sea al final de la jornada y que la caldera no trabaje más ese día.

3.3. Línea y bomba de alimentación de agua

3.3.1. 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 hágala cada tres meses.

3.3.2. Lubricación de cojinetes

Al lubricar los cojinetes semestralmente revise cuidadosamente que estén completamente limpios, al ponerles grasa nueva procure que sea 1/3 de volumen entre pistas utilizando una engrasadora manual. Los cojinetes lubricados con aceite deberán vaciarse, escurrirse y rellenarse con aceite nuevo. La elección depende normalmente de consideraciones particulares sobre cada cojinete o instalación.

3.3.3. Prensa-estopas

Deberá revisarse mensualmente el prensa-estopas del estopero para ver que tenga movimiento libre. Se deberán limpiar y aceitar los pernos y las

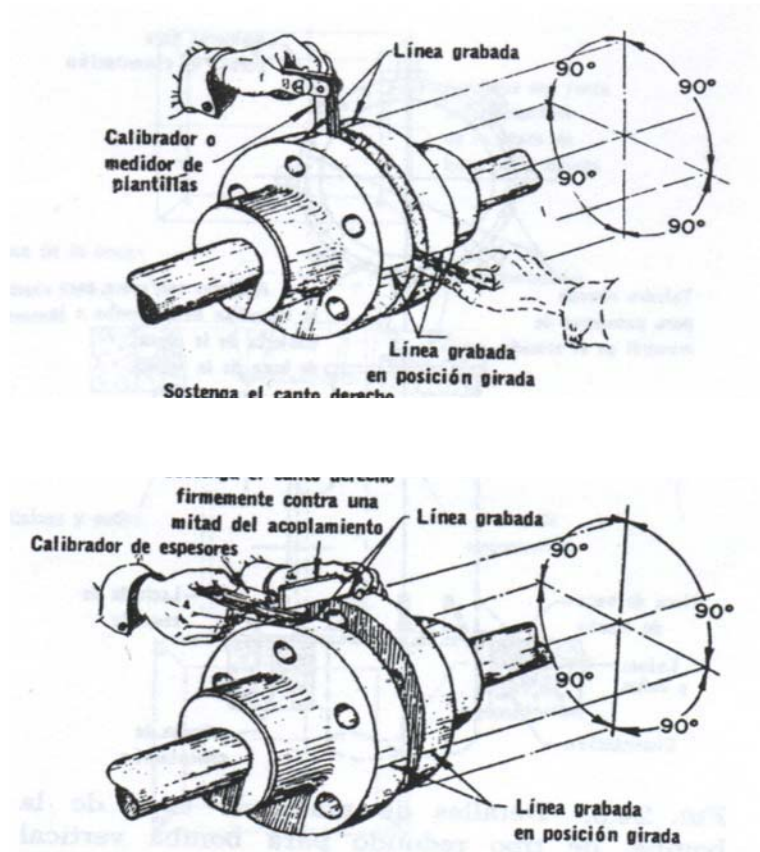
tuercas del prensa-estopas con un lubricante anticorrosivo e inspeccionar la empaquetadura para determinar si necesita reponerse. Reemplace todos los anillos empleando estopa grafitada de la misma medida que se requiere, ajuste los prensa-estopas y ponga en funcionamiento la bomba, si existen fugas, realice un ajuste más hasta que las fugas desaparezcan, si la bomba no utiliza prensa-estopas y en lugar de ellas utiliza sello mecánico, reemplácelo únicamente si presenta fugas de agua.

3.3.4. Alineación

Durante la alineación de la bomba y la placa de base, se deberá 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 deberán girarse a mano para asegurarse de que se mueven libremente.

Revise 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 deberá 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 deberán verificarse con un calibrador de hojas. Para evitar cualquier tipo de accidente, antes de iniciar asegúrese que el interruptor de corriente permanezca en posición de apagado. Vea el detalle en la figura 16.

Figura 16 Alineación de bomba y motor en el sistema de agua



Fuente: Manual casa de maquinas, instituto mexicano de seguridad social

3.3.5. Impulsor

Anualmente quite los tornillos de las tapaderas de la bomba, limpie y revise su interior, si la turbina esta desgastada investigue el motivo, pudiendo necesitar cambio de bushing, cojinetes o turbina, al cerrar la bomba asegúrese de cambiar empaque para evitar que se produzca alguna fuga en la misma.

3.3.6. Accesorios de tubería

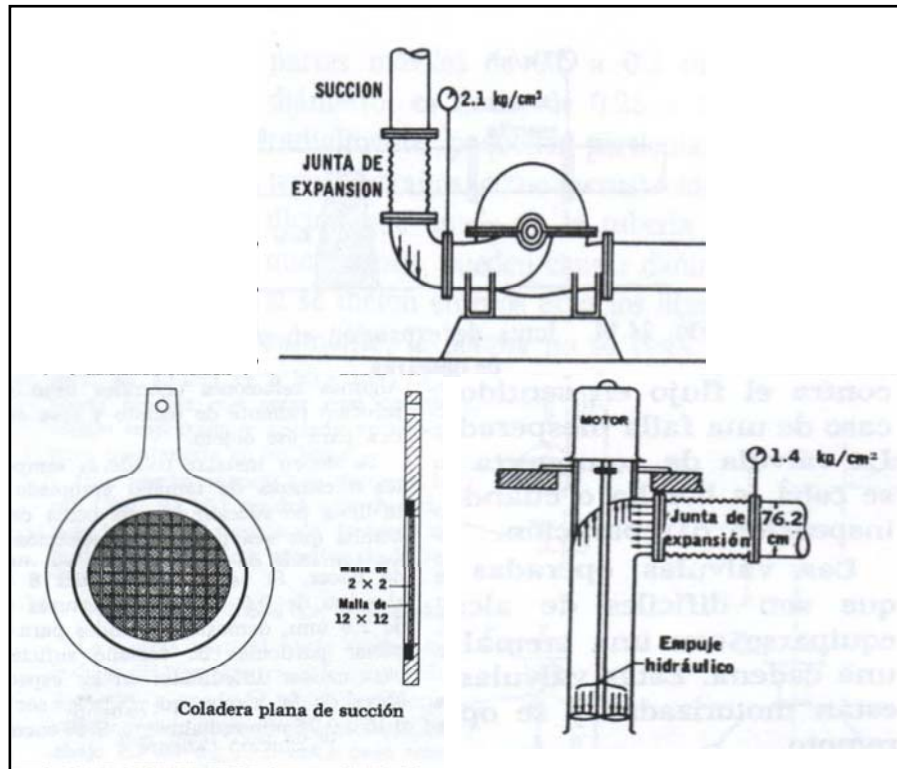
Mensualmente verifique que no existan fugas a lo largo de la línea de alimentación de agua, desde la bomba de abastecimiento hasta la entrada a la caldera. Si existieran corríjalas y si fuera necesario cambie el accesorio dañado. Si las válvulas de compuerta y globo presentan fugas en el vástago ajuste la tuerca del prensa-estopas, si persiste la fuga cambie la estopa o si es necesario cambie la válvula.

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

Revise que las anclas, soportes colgantes y tornillos permanezcan en su lugar y que no estén rotos, flojos o deteriorados, de no ser así, corrija su posición. Además revise las coladeras de succión y observe si existe algún tipo de materia extraña o partículas pequeñas, limpie 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. En la figura 17 siguiente se muestran algunos accesorios de tubería de alimentación de agua.

Figura 17 accesorios de tubería de alimentación de agua, juntas, anclajes y coladeras



Fuente: Rutinas de mantenimiento hospitalario, ministerio de salud pública

3.4. Cuerpo de la caldera

3.4.1. Limpieza del lado de agua

Esta operación se realiza trimestralmente y con la caldera apagada y completamente fría, proceda a quitar las tortugas o tapas, realice 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, 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 calentándola cuidadosamente estando vacía, rociando después los tubos con agua fría. La incrustación que se encuentra dentro de los tubos, tendrá que desprenderse por rimado (rasqueteado) con equipo especial.

Limpe 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. Proceda a llenar la caldera verificando los niveles alto y bajo de operación. Se contrata a personal especializado cuando dentro de la caldera se observa alguna falla en la cual el encargado no posee los conocimientos completos para corregirla.

3.4.2. Limpieza del lado de fuego

Para esta operación se llama semestralmente al mecánico de calderas de la división de mantenimiento y el encargado de mantenimiento de la unidad que requiera este servicio le tiene que apoyar a realizar dicho trabajo.

3.4.3. Fugas en los tubos

Si la caldera presenta indicios de fugas en las bocas de los tubos (mancha de óxido en las mismas), llame inmediatamente al mecánico de calderas de la división de mantenimiento, este cuenta con el equipo indispensable para realizar las pruebas y reparaciones que sean necesarias al respecto.

Figura 18 Tubos de la caldera



Fuente: Hospital de Retalhuleu

3.4.4. Material refractario

Revise semestralmente que el refractario de las puertas y tapaderas este en buen estado. Si presentan grietas bisélelas profundamente a todo lo largo, rellénelas del material respectivo (cemento refractario). No utilice cemento corriente pues se estalla por la acción directa de la llama y gases de la combustión. Llame al mecánico de calderas de la división de mantenimiento.

3.4.5. Empaques

Cada vez que se abra la caldera, antes de cerrarla proceda a cambiar todos los empaques por nuevos. Se recomienda hacer esto cada seis meses.

3.4.6. Pernos y tuercas

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

3.4.7. Fugas de agua, vapor y gases de combustión

Al poner en funcionamiento la caldera después de realizada la limpieza semestral, asegúrese de que no existan fugas de ninguna clase en las puertas y tortugas, si hubieran corríjalas de inmediato.

3.5. Sistema de combustible

3.5.1. Línea de alimentación

Mensualmente observe que no existan fugas a lo largo de toda la línea desde el tanque principal hasta el quemador, si existieran corríjalas de inmediato, ajustando conexiones, cambiando empaques, tubos o accesorios según se requiera. Observe 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.

3.5.2. Nivel de tanque principal

Revise 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 proceda al desenroscar el tapón del tanque principal, luego por medio del medidor de nivel, mida el nivel de combustible y anótelos en la libreta de control.

3.5.3. 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, tenga previsión de que el abastecimiento no sobrepase la capacidad máxima del tanque para evitar un derrame del combustible.

3.5.4. Filtro de línea de alimentación

Semestralmente desmonte cuidadosamente cada filtro que encuentre a lo largo de la línea de alimentación y remueva la suciedad que tenga la malla, para esto utilice diesel o cualquier otro agente limpiador, luego colóquelos de nuevo en su lugar respectivo asegurándose que no queden fugas.

3.5.5. Fajas de transmisión

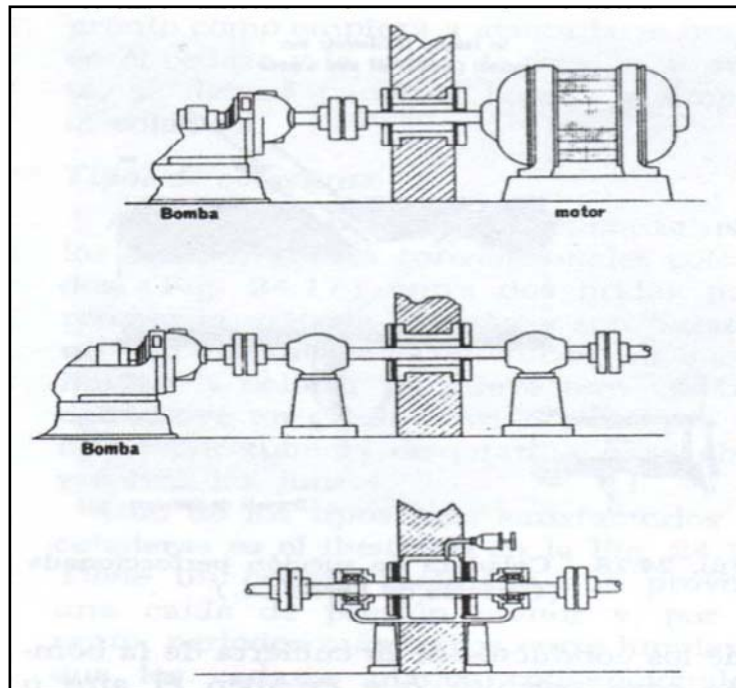
Semestralmente vea que las fajas de la bomba de alimentación, o de recirculación de combustible, tengan la tensión adecuada, la que no debe exceder $\frac{1}{4}$ de pulgada con una presión de 10 libras.

Para comprobar la tensión presione manualmente la faja, si excede la tensión indicada, observe si la bomba y el motor cuentan con tornillos de ajuste a la base, desenrosque un poco estos tornillos y ajuste la tensión de la faja y rosque nuevamente los tornillos teniendo cuidado de no desalinear el acoplamiento bomba-motor. Si la faja estuviera deteriorada o su vida útil ha terminado cámbiela por una nueva.

3.5.6. Alineación

Anualmente verifique la alineación bomba-motor, si hubiera desalineación corríjalo ajustando los tornillos de sujeción a la base, ya sea del motor, la bomba o ambos a la vez. Ver figura 19.

Figura 19 Alineación bomba- motor en el sistema de combustible



Fuente: Rutinas de mantenimiento hospitalario, ministerio de salud pública

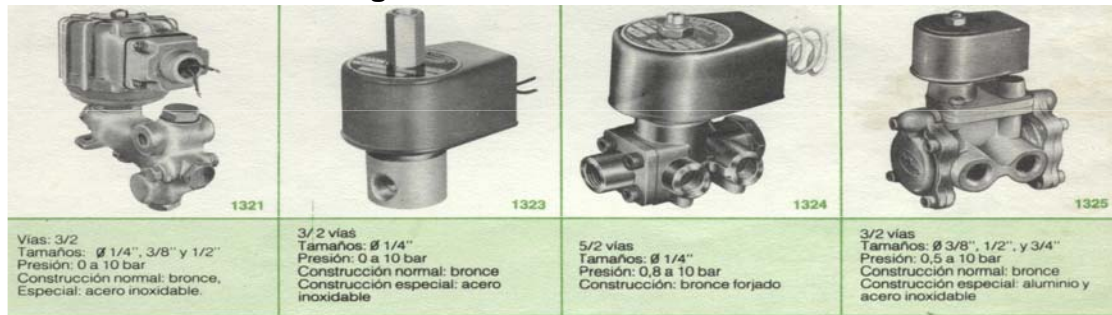
3.5.7. Bomba de alimentación del tanque principal al tanque de diario

Anualmente realice la alineación, ajuste y revisión de la faja.

3.5.8. Válvulas solenoides

Mensualmente desmonte la bobina y con pinzas curvas para seguros, desenrosque la tapadera del vástago, (en algunos tipos de válvulas son tornillos utilizados para el efecto), teniendo cuidado de no perder ninguna pieza. Remueva toda la suciedad y ármela de nuevo, al cerrarla compruebe que funcione correctamente. Ver figura 20.

Figura 20 Válvulas solenoides



Fuente: Rutinas de mantenimiento hospitalario, Ministerio de salud publica

3.5.9. Malla de ventilador

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

3.5.10. Lubricación del motor ventilador

Semestralmente proceda a lubricar el motor de acuerdo con las indicaciones del manual del fabricante, si carece del, aplique grasa grafitada, para ello utilice una engrasadora manual.

3.5.11. Fajas de transmisión

Cuando el sistema utiliza fajas para transmisión de movimiento, realice la inspección semestral de acuerdo a las instrucciones del inciso No. 3.4.5 donde se cita como realizarlo.

3.5.12. Vibraciones en el motor y ventilador

Anualmente observe 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, trate de ajustar todos los accesorios que observe en mal estado y evitar así que la vibración aumente.

Además determine 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 corríjalas 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. Aplique la técnica que considere mejor, según los requerimientos y las condiciones de operación de los equipos.

3.6. Tanque de condensados

3.6.1. Filtro de válvula de entrada de agua al tanque

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

3.6.2. Filtro de la descarga a la bomba de alimentación

Semestralmente cierre la válvula de compuerta que esta colocada en la descarga del tanque a la bomba quite el reductor y tapón macho del cuerpo del filtro, quite la malla metálica que se encuentra en su interior, límpielo con agua a presión o vapor, al colocarlo de nuevo asegúrese de ponerle teflón para un buen sellado.

3.6.3. Limpieza del tanque

Esta operación se realiza semestralmente con el equipo apagado, abra la válvula correspondiente para proceder a vaciar el tanque.

Desmonte 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.

Limpie el interior con agua a presión y cepillo de alambre eliminando todo el oxido e impurezas observadas, por la poca iluminación existente utilice una lámpara para poder observar el interior del tanque. Al colocar el flotador limpie las caras respectivas y fabrique un empaque de asbesto aplicándole una película de permatex par asegurar un sellado perfecto.

3.6.4. Sistemas de tratamiento de agua

Distintas empresas prestan este servicio a la institución, el encargado de mantenimiento es el encargado de seguir las indicaciones que señale el ingeniero químico de la empresa.

Es importante que ya sea el encargado de mantenimiento o el jefe de mantenimiento de la unidad hospitalaria supervise que esta empresa realice los análisis del agua y de los gases de combustión para ver la eficiencia de la caldera y dicha empresa esta en la obligación de entregar un informe semanalmente de estos análisis.

Figura 21 Sistema de tratamiento químico del agua de alimentación



Fuente: Hospital general de accidentes

3.7. Sistema eléctrico

El mecánico de calderas de la división de mantenimiento realizará las siguientes operaciones:

3.7.1. Revisión de terminales

Trimestralmente observe que las conexiones en las terminales estén bien atornilladas, si observa alguna desatornillada proceda a atornillarla y observe que el panel de control funcione perfectamente. Recuerde que una mala conexión o una terminal suelta puede provocar un cortocircuito y en casos especiales un incendio.

3.7.2. Limpieza de platinos

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

3.7.3. Limpieza del control programador

Trimestralmente desmonte cuidadosamente el programador y revise que todas las terminales estén bien apretadas y limpias. Para la limpieza de los platinos del temporizador del programador, frótelos suavemente con un pedazo de trapo y aplíqueles líquido limpiador de platinos, al colocar el control programador, asegúrese 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 contrata a una empresa especializada para reparar la falla, pues se trata del cerebro de la caldera.

Figura 22 Control programador



Fuente. Hospital de Retalhuleu

3.8. Controles de la caldera

A continuación se mencionan los controles básicos con los que cuenta la caldera y la forma como se debe proceder para realizar el mantenimiento.

3.8.1. Cápsulas de mercurio del Mc. Donnell

Mensualmente limpie el interior del cabezal con una brocha y vea que las cápsulas de mercurio no estén trabadas en otra posición que no le corresponde, o no estén rajadas, si lo están reemplácelas por nuevas, tenga cuidado de conectar las terminales a las mismas que corresponden, esto para que el funcionamiento sea el correcto.

3.8.2. Termostatos

Trimestralmente quite la tapa y limpie el interior teniendo cuidado de no dañarlo. Ajuste si es necesario a la temperatura requerida para una buena atomización del combustible en la boquilla.

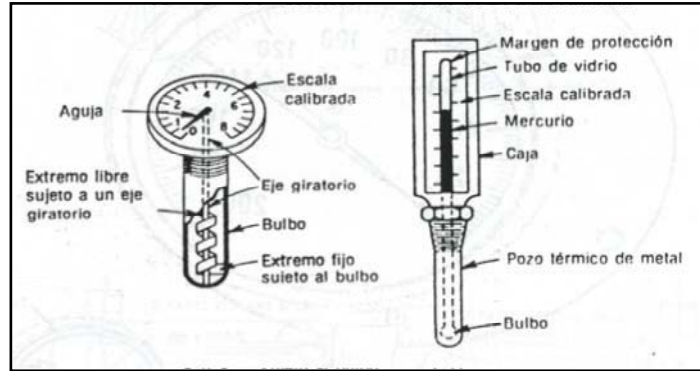
3.8.3. Válvulas de seguridad

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

3.8.4. Termómetros

Anualmente desmonte todos los termómetros que encuentre en el sistema, (combustible, chimenea y agua), remueva la suciedad del bulbo sensor y colóquelos de nuevo, si fuera necesario y para evitar fugas aplíqueles teflón. Para la chimenea consulte con el mecánico de calderas encargado para que haga las pruebas correspondientes con un termómetro patrón. Ver figura 23.

Figura 23 Termómetro

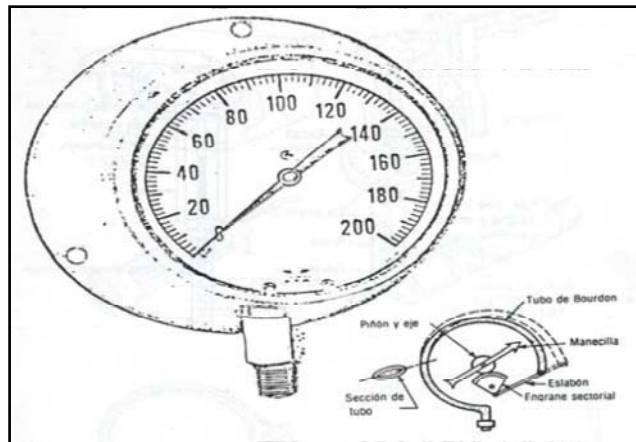


Fuente: Rutinas de mantenimiento hospitalario, ministerio de salud pública

3.8.5. Manómetros

Revise 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. Observe en la figura 24 los mecanismos interiores de un manómetro.

Figura 24 Manómetro



Fuente: Rutinas de mantenimiento hospitalario, ministerio de salud pública

3.8.6. Válvulas en general

Mensualmente observe que no existan fugas en los vástagos de las válvulas de compuerta, de globo, de retención y otras si hubiera. Si existe ajuste adecuadamente el prensaestopas, cambie la estopa si esta ya no sirve y en caso necesario reemplace la válvula por una nueva. Cuando reemplace una válvula verifique que esta sea del diámetro, presión, uso y aplicación requeridos.

3.8.7. Control de la presión de vapor

Comúnmente llamado pressuretrol, trimestralmente desmonte la tapa transparente y limpie el interior con una brocha, vea que la cápsula de mercurio no este dañada (rajada), si lo esta cámbiela por una nueva. En algunas ocasiones la cápsula de mercurio suele trabarse y emitir una mala señal, observe que no este trabada la cápsula.

3.8.8. Chimenea

Anualmente proceda a limpiar hasta donde sea posible el interior de la chimenea, esto con el objeto de evitar acumulación de hollín. Revise que no existan filtraciones de agua, si las hay corríjalas de inmediato. Recuerde 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.

Figura 25 Chimenea de una caldera



Fuente: Hospital doctor Juan José Arévalo Bermejo

3.8.9. Pintura y limpieza

Semestralmente revise la pintura en las paredes de la caldera, si existe algún daño corríjalo.

Figura 26 Superficie exterior de una caldera



Fuente: Hospital de enfermedades zona 9

4. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALDERAS

4.1. Concepto de caldera

Una caldera es un equipo generador de vapor que consiste en un recipiente lleno de agua y que está sometido a altas presiones y temperaturas en el cual se encuentran una serie de elementos que permiten mantener controlada tanto la generación como la distribución de vapor.

4.2. Función de una caldera en un hospital

La función de la caldera en un hospital es la de abastecer de vapor a todos equipos que requieren vapor para funcionar, en la unidad hospitalaria, entre los equipos que necesitan vapor para funcionar podemos mencionar los siguientes: autoclaves (equipos para esterilización), lavadoras, secadoras, calentadores de agua para lavandería y cocina, calefacción (calentamiento del ambiente), marmitas (ollas de gran tamaño utilizadas para el cocimiento de los alimentos en grandes cantidades).

4.3. Registro de datos en la caldera

El registro de datos de la operación de una caldera es un instrumento valioso para identificar las pérdidas de eficiencia y sus causas. El registro continuo de los datos reales de operación resalta las desviaciones de un funcionamiento normal y sirve para señalar las áreas que necesitan atención.

Para que la información sea útil, la caldera debe estar operando bajo condiciones estables de carga, de lo contrario los datos no serían comparables y podrían, al ser evaluados, conducir a conclusiones erróneas. Si la operación normal de una caldera específica requiere de una carga bastante fluctuante, habría que tomar medidas especiales para conseguir condiciones estables de carga. La supresión de las demandas intermitentes de vapor o la transferencia de cargas variables a calderas auxiliares podrían ayudar a nivelar las condiciones de carga.

Las grandes plantas de calderas usualmente registran los datos cada hora; las instalaciones pequeñas pueden hacerlo una vez por turno para algunos datos y diaria o semanalmente para otros. El propósito es establecer un programa de recopilación de datos que sea útil para mantener la eficiencia operativa de la instalación dada.

En general, un registro completo de la operación de una caldera comprenderá la siguiente información:

- Datos generales para establecer la producción de vapor: flujo de vapor (lb/hr), presión de vapor, temperatura del agua de alimentación, temperatura del vapor sobrecalentado.
- Datos del sistema de fuego: tipo de combustible, régimen de flujo de combustible, presión en los quemadores, temperatura del combustible, ajustes del regulador de entrada de aire del quemador (damper), presión diferencial del aire entre la caja de ventilación y el hogar.
- Indicación del flujo de aire: gas O_2 de entrada en el precalentador de aire, gas O_2 en la chimenea, registro gráfico del flujo de aire, posición del

regulador de aire (damper) y amperaje del ventilador de tiro forzado.

- Temperatura de los gases de chimenea y del aire, gas de salida del economizador o del calentador de aire, temperatura del aire al calentador de aire.
- Indicación de combustión incompleta: medición del CO, apariencia del humo de chimenea, apariencia de la llama.
- Presiones del aire y de los gases de chimenea: presión de descarga del ventilador de tiro forzado, presión del hogar, presiones de aire en el calentador de aire y en el lado de los gases.
- Condiciones anormales: fugas de vapor, vibraciones o ruidos anormales, mal funcionamiento del equipo, exceso de agua de restitución.
- Operación de purga.
- Operación de soplado de hollín.

4.4. Purga

La purga es el proceso por el cual se controla la concentración de sólidos suspendidos y disueltos en el agua de la caldera por remoción de parte del agua con alto contenido de sólidos y su reemplazo con agua de alimentación con bajo contenido de sólidos. La purga intermitente del fondo remueve lodos acumulados en las partes inferiores del sistema de la caldera. La purga continua, es realizada en el punto de mayor concentración de sólidos,

usualmente desde la parte superior del cuerpo de la misma.

Puede ser suficiente llevar a cabo solamente purgas intermitentes del fondo, si el agua de alimentación es, excepcionalmente pura. Esto podría ocurrir en sistemas que retornan un alto porcentaje de condensado al tanque de agua de alimentación. Se lleva a cabo manualmente y, por consiguiente, da al operador la opción de realizar purgas frecuentes de corta duración o menos frecuentes de mayor duración. El procedimiento de purgas breves se considera preferible, ya que se desperdicia menos agua que ya ha sido tratada y calentada.

La purga continua por otra parte, puede reducir la purga intermitente del fondo que sea necesaria, además causar menos trastornos en los patrones de circulación de agua, especialmente, en el caso de purgas de larga duración.

En la tabla XVII se indican los límites máximos de sólidos recomendados por la Asociación de Fabricantes de Calderas de los Estados Unidos.

Tabla XVIII Límites de Sólidos en agua de calderas

Cuadro 1				
Límites de Sólidos en Agua de Calderas				
Presión de salida de la caldera (PSI)	Sólidos Totales	Alcalinidad Total (PPM)	Sólidos Suspendidos PPM	Sílice PPM
0-300	3500	700	300	125
301-450	3000	600	250	90
451-600	2500	500	150	50
601-750	2000	400	100	35
751-900	1500	300	60	20
901-1000	1250	250	40	8
1001-1500	1000	200	20	2.5

4.5. Afinación de la caldera

Constituye una de las más efectivas acciones de mantenimiento relacionadas con la eficiencia. El objetivo principal es lograr una combustión eficiente mediante una cantidad controlada de exceso de aire. Al mantener este en el nivel práctico más bajo se reduce al mínimo la cantidad de aire que tiene que calentarse a la temperatura de la chimenea, lo cual disminuye a su vez el consumo de combustible.

El sistema de control de combustión en la caldera es el medio por el cual la mezcla apropiada de combustible y aire es alimentado al quemador. No es deseable intentar mantener la alimentación de aire a un nivel que proporcione

las cantidades estequiométricas exactas de oxígeno, ya que aunque este sería el punto de óptima eficiencia, casi siempre es necesario mantener un margen de exceso de aire en previsión de: posibles variaciones de las propiedades de los combustibles y las condiciones del ambiente, deterioro normal de las piezas de control, la no repetibilidad de los ajustes de control y los rápidos cambios en el régimen de encendido.

Además el equipo de combustión debe ser ajustado y mantenido apropiadamente a fin de asegurar una combustión eficiente. Los requisitos de exceso de aire pueden ser afectados por numerosos factores relacionados con los quemadores, tales como la ubicación del dispersor, la posición de la rejilla del aire, la temperatura y las presiones de aspersion del aceite combustible, la temperatura del aire primario.

Una afinación menor debe incluir una revisión de la operación del control automático de aire y combustible dentro de sus límites completos de operación. Asimismo debe incluir medidas de temperatura, O₂, CO₂ y CO en la chimenea, y una observación ocular de las condiciones del hogar.

Una afinación más completa involucraría un paro de la caldera y una inspección completa de refractarios, tubos del horno, compuertas, partes del quemador, instrumentos de control, válvulas y reguladores de combustible.

4.6. Limpieza de los tubos de la caldera

Con el objeto de asegurar una buena transferencia de calor en la caldera, es necesario mantener los tubos libres de depósitos e incrustaciones. Una mala condición del encendido en el quemador es generalmente la causa

principal de los depósitos dentro de los tubos en una caldera pirotubular. Los sedimentos del lado del agua se deben principalmente a un tratamiento inadecuado del agua.

Una regla práctica generalizada, que permite estimar la pérdida resultante de eficiencia en una caldera es la siguiente: por cada 40°F de aumento en la temperatura de los gases de chimenea ocurre una pérdida de eficiencia del 1%.

4.6.1. Limpieza lado de agua

La suciedad en la superficie de los tubos en contacto con agua retardará la transmisión de calor y aumentará la temperatura de los tubos metálicos debido al efecto aislante de las incrustaciones. Cuando los tubos permanecen limpios por el lado de los gases el aumento de la temperatura de la chimenea podría estar indicando que hay suciedad en el lado de agua de estos tubos. Aún cuando el efecto más importante de la suciedad de los tubos por el lado del agua es un aumento de la probabilidad de una falla mecánica de los tubos, puede ser sustanciales además las pérdidas de eficiencia debidas a la reducción de la transmisión de calor. Un programa adecuado de tratamiento del agua reducirá al mínimo el desperdicio de combustible debido a la suciedad de los tubos al eliminar, parcial o totalmente las impurezas que forman incrustaciones y que se introducen con el agua fresca de alimentación o agua de restitución.

4.6.2. Limpieza lado de fuego

La suciedad de las superficies de tubos del lado de fuego se traducirá en

un aumento de las temperaturas de los gases de combustión en comparación con las condiciones limpias a regímenes de alimentación y niveles de exceso de aire similares. En la figura 29 se indica que la pérdida resultante en la eficiencia de la caldera es del orden del 1% por cada aumento de 40°F en la temperatura de los gases de chimenea. Así el sobrecosto que ocasiona el ensuciamiento de las superficies de los tubos del lado de fuego puede calcularse en base al aumento de la temperatura limpia como base de referencia.

4.7. Operación eficiente de la caldera

El objetivo de esta sección es revisar los parámetros importantes que afectan o limitan la eficiencia de una caldera. Dentro de ellos podemos mencionar los siguientes:

- La magnitud de la disminución de eficiencia y de la pérdida económica que puede derivarse de procedimientos inadecuados de operación y mantenimiento de una caldera.
- Las mejoras de la eficiencia y los ahorros económicos que podrían resultar de modificaciones al equipo utilizado corrientemente. La discusión se limitará estrictamente a los efectos de los factores relacionados con la eficiencia de operación de la caldera, con atención en los detalles de las técnicas adecuadas de operación y mantenimiento.

4.7.1. Eficiencia de una caldera

La eficiencia se define como la razón entre el calor absorbido por el agua de alimentación al convertirse en vapor en la caldera y la energía total

disponible del combustible suministrado. Es decir, la eficiencia es una medida del aprovechamiento del combustible por la caldera al generar una determinada cantidad de vapor. No es económicamente factible la fabricación de una caldera que funcione con muy pocas pérdidas de calor o sin ellas y por consiguiente la eficiencia de una caldera siempre es menor del 100%. No obstante, algunas de las pérdidas de calor pueden reducirse al mínimo o eliminarse mediante prácticas apropiadas de operación y mantenimiento.

Las mejoras en la eficiencia de una caldera son, principalmente, el resultado de reducciones de las pérdidas de energía térmica en los gases de chimenea y en el agua expelida.

La eficiencia de una caldera se expresa frecuentemente como el 100% menos las pérdidas totales en porcentaje. La eficiencia máxima se obtiene cuando la combustión es completa y se reducen al mínimo las pérdidas de calor.

El medio directo para mejorar el rendimiento consiste en identificar las pérdidas, su magnitud relativa y luego concentrarse en las pérdidas predominantes que gobiernan la baja eficiencia.

El término eficiencia de combustión se usa muy a menudo como sinónimo de eficiencia de caldera, aunque su definición no es la misma. La eficiencia de combustión se expresa como el 100% menos la suma de las pérdidas por gases secos de chimenea y las pérdidas por humedad en dichos gases. Este punto de vista no toma en cuenta las pérdidas de combustible como tal, las pérdidas por transmisión de calor en la superficie de las calderas ni las pérdidas por purgas.

Aunque estas pérdidas son pequeñas en comparación con la suma de la pérdida de los gases de chimenea y la humedad de estos, su efecto total será siempre que la eficiencia de caldera que sí toma en cuenta tales pérdidas sea menor que la eficiencia de combustión.

4.7.2. Parámetros que afectan la eficiencia de una caldera

A continuación detallaremos cada uno de los parámetros que afectan la eficiencia de una caldera:

- Nivel de exceso de aire: La eficiencia de una caldera depende en mucho del nivel real de exceso de aire. Podría parecer extraño que a mayor exceso de aire corresponda una mayor temperatura de los gases de chimenea, ya que intuitivamente, se creería que en tal caso mayores cantidades de aire se mezclarían con la llama y la enfriarían, lo cual daría por resultado menores temperaturas de los gases de chimenea. En la práctica sin embargo, ocurre lo contrario. Primero debe indicarse que el exceso de aire sí enfría la llama y el horno simultáneamente, para mantener el régimen de producción de vapor, la caldera quema más combustible y proporcionalmente, alimenta más aire a través del quemador. Ambos factores, el aumento del flujo de aire y la disminución de la temperatura de la llama afectan distintamente los mecanismos por medio de los cuales el calor se transmite a los tubos de la caldera. La radiación es el mecanismo de transmisión (por convección aumenta) de calor dominante y dado que ésta se reduce más de lo que la transmisión por convección aumenta, el resultado neto es que se transfiere menos calor a los tubos de la caldera a mayores excesos de aire, lo cual trae como consecuencia un aumento de la temperatura de los gases de

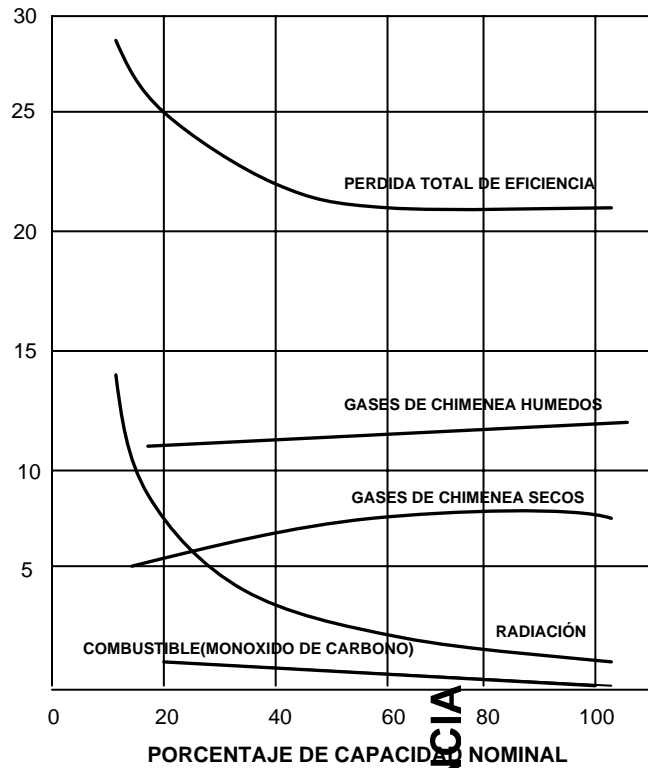
chimenea. Esto contribuye a disminuir la eficiencia de la combustión y de la caldera en general.

De todo lo anterior, se deduce que es importante que el exceso de aire deba mantenerse a un mínimo dentro del intervalo completo de operación de la caldera.

En la mayoría de las calderas es necesario mantener un margen de exceso de aire superior al nivel mínimo a fin de compensar las variaciones de las características de los combustibles, la no reproducibilidad de los ajustes de control, el desgaste normal de las piezas de control y los rápidos cambios en el régimen de alimentación.

- Régimen de fuego: la figura 27 muestra que ocurren importantes cambios en las pérdidas de eficiencia de las calderas de vapor al variar el régimen de fuego o régimen de producción de vapor. Especialmente, obvias son las pérdidas por radiación que aumenta al decrecer esos regímenes. Las características de las pérdidas de eficiencia mostradas, son representativas de muchas calderas industriales.

Figura 27 Variación en pérdidas de eficiencia de caldera a distintos regímenes de fuego o porcentajes

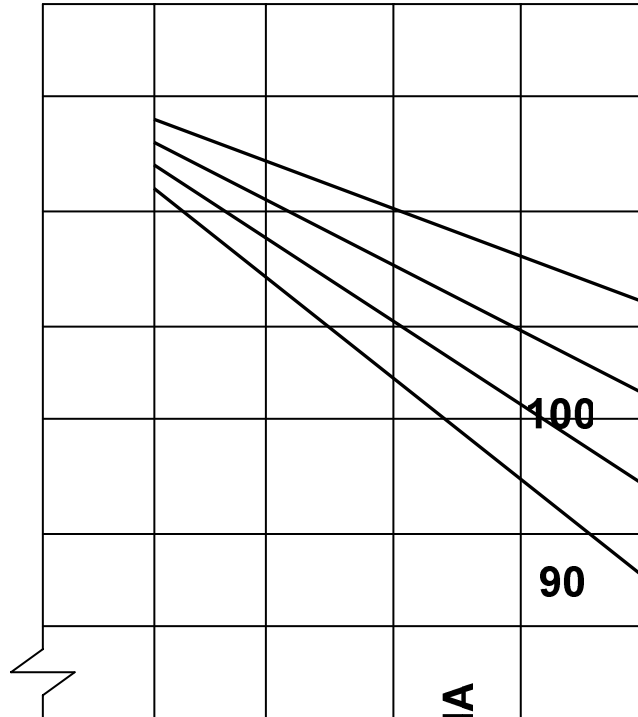


Fuente: Boletín Energigrama, CAITI

- Temperatura de los gases de chimenea: esta sigue en orden de importancia, al nivel de exceso de aire. En la figura 28 se muestra la variación de la eficiencia de combustión en función de la temperatura de los gases de combustión con distintos niveles de exceso de aire.

La temperatura de los gases de chimenea no debe reducirse por debajo de su punto de rocío o temperatura o temperatura de condensación, ya que ello causaría problemas de corrosión y provocaría una disminución del tiro de la chimenea. Por estas razones se considera como no recuperable la pérdida de la eficiencia debida a la humedad de los gases de chimenea la cual es bastante grande.

Figura 28 Variación en la eficiencia de combustión con la temperatura de gases de chimenea para diferentes niveles de exceso de aire



Fuente: Boletín Energigrama, CEAATI

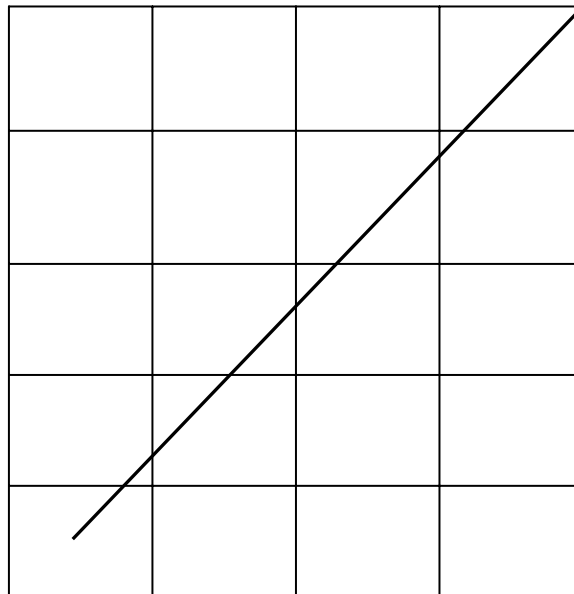
- Temperatura del agua de alimentación: la eficiencia de la caldera aumenta con la elevación de la temperatura del agua de alimentación en forma lineal.
- Temperatura del aire de combustión: la eficiencia de la caldera aumenta con el ascenso de la temperatura del aire de combustión en forma lineal.
- Suciedad de las superficies de transmisión de calor: las superficies internas de los tubos en una caldera pirotubular inhiben la transmisión de calor de los productos de combustión al agua de la caldera,

conduciendo a menores eficiencias al igual que los depósitos en el lado del agua que resultan del tratamiento inadecuado del agua de alimentación.

Sin embargo, para el caso de la acumulación de incrustaciones en el lado del agua, existe mucha probabilidad de que ocurran fallas en los tubos debidas al sobrecalentamiento, antes de que se manifieste alguna pérdida sustancial de la eficiencia.

En la figura 29 se indica que la pérdida resultante en la eficiencia de la caldera es del orden del 1% por cada aumento de 40°F en la temperatura de los gases de chimenea.

Figura 29 Pérdida de eficiencia por incremento de la temperatura

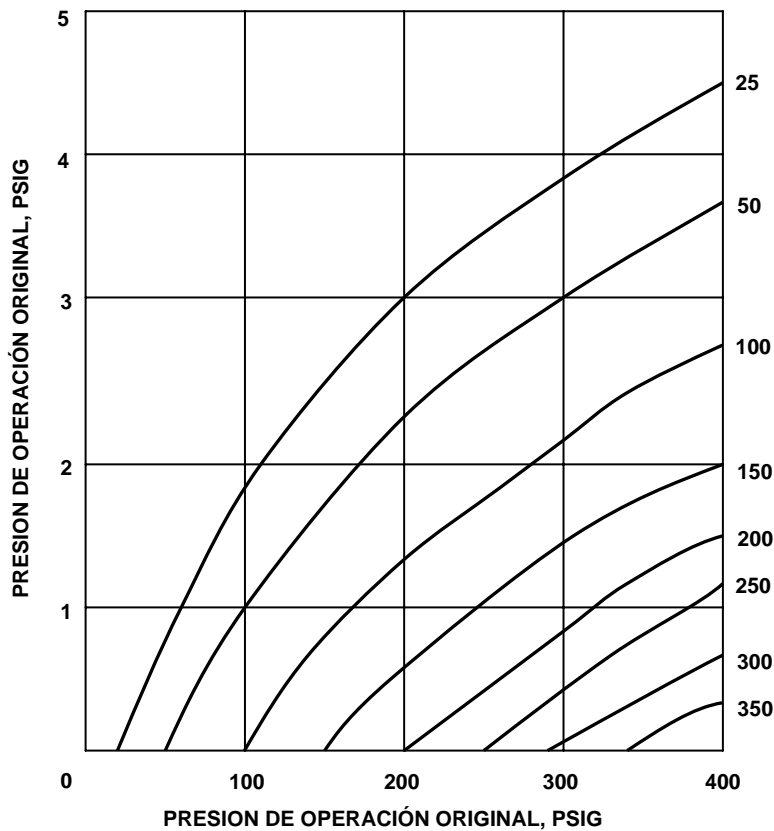


Fuente: Boletín Energigrama ICAITI

- Presión de vapor: el reducir la presión del vapor no se considera generalmente como un método de mejorar la eficiencia, pero en las instalaciones de calderas en que sea práctica la reducción, puede ser un medio eficaz para ahorrar de 1 a 2% costo del combustible. Una parte de estos ahorros son el resultado de operar a menores temperaturas de chimenea con el aumento asociado en la eficiencia de la caldera. Menores presiones de vapor dan temperaturas más bajas de vapor saturado y en los casos sin recuperación del calor de chimenea, se obtendrá una reducción de presión de vapor que dependerá de los niveles de presión específicos involucrados, ya que no es lineal la relación entre la presión de vapor saturado y la temperatura del vapor. En la figura 30 se muestra la magnitud de la mejora de eficiencia que cabe esperar al bajar la presión de operación de una caldera.

Otros beneficios asociados, redundan en menor consumo de combustible; menores pérdidas de calor por radiación de las tuberías de vapor, menos fugas en las bridas y empaquetaduras y reducción del consumo de energía de la bomba de alimentación de la caldera. La magnitud de la reducción de la presión puede estar limitada por los requisitos para el vapor de proceso o por el diseño de la caldera.

Figura 30 Mejora de la eficiencia por reducción de la presión de operación de la caldera



Fuente: Boletín Energigrama ICAITI

- Pérdidas de calor en el exterior de la caldera: son muy difíciles de reducir desde un punto de vista económico. Las pérdidas por convección y radiación en la envoltura de la caldera tienden a aumentar con la reducción de la carga y pueden alcanzar hasta un 7% para instalaciones pequeñas o unidades mayores que operan a cargas reducidas. Las temperaturas en las superficies desnudas de una caldera varían entre la temperatura de saturación en las superficies expuestas de los tubos y las temperaturas del aire y el fuego en las superficies de los ductos. Previo a

la instalación de material aislante, debe efectuarse un análisis completo de ingeniería sobre las condiciones existentes y el ahorro potencial de energía.

- **Combustible:** un cambio o conversión del combustible no es generalmente un medio corriente de conservación de energía, ya que en este aspecto intervienen otros factores tales como disponibilidad, costos, facilidad de almacenamiento, manejo y equipo de combustión, consideraciones ambientales o problemas de operación y mantenimiento. Sin embargo, los cambios de combustible pueden afectar considerablemente el costo total de la generación de vapor.

4.7.3. Tratamiento del agua para calderas

Una de las causas más comunes de fallas de calderas, cuando se presentan, es un tratamiento inadecuado del agua de alimentación. No es práctico recomendar un tratamiento universal del agua de alimentación, ya que la composición del agua varía de una región a otra y aún de las diversas fuentes en una misma localidad, haciendo de cada uno un caso especial que ha de estudiarse por separado. Todas las calderas, ya sean de alta o baja presión o de agua caliente deben ser supervisadas por un químico confiable especializado en tratamientos de agua para calderas, el cual debe hacer un programa del tratamiento, frecuencia y duración de purgas, así como los lavados interiores.

Incrustación: Depósito adherente sobre las superficies metálicas de calderas, se produce en el proceso de evaporación. Es mayor donde la temperatura de los gases es más elevada.

Al evaporarse parte del agua, las sustancias contaminantes se concentran, en la fase líquida del film o película, sobre el metal. Los componentes solubles se disuelven fácilmente en el líquido que reemplaza a la burbuja de vapor anteriormente formada y las sustancias insolubles tienden a precipitar sobre la tubería.

La formación de incrustaciones es asociada con la dureza: calcio y magnesio; existen otras impurezas tales como el hierro, bario, estroncio o sílice, de similar importancia.

Las incrustaciones pueden ser:

- Lodos y depósitos sedimentarios
- Depósitos tipo incrustación
- Incrustaciones verdaderas

Riesgos de operación y daños mecánicos producidos por incrustaciones

Las incrustaciones son peligrosas porque tienen una conductividad térmica inferior a la del hierro. Al incrementarse actúan como un aislante, generando una transmisión de calor deficiente. Ocurre sobrecalentamiento en el metal por debajo de la incrustación, es más seria en la caldera de tubos de agua que en la de tubos de humo. "Un recubrimiento de incrustación de 1.6 mm de espesor en tubos de agua expuestos al calor radiante puede producir la rotura

del tubo, mientras que depósitos mayores en los tubos de fuego pueden producir pérdidas de eficiencia, aunque no son peligrosas”

Consecuencias de las incrustaciones

- la temperatura de los humos a la salida de las calderas (de tubos de humo) aumenta en detrimento del rendimiento calorífico; el consumo de combustible y el precio del vapor aumentan paralelamente.
- la capacidad de vaporización disminuye.
- el hierro es sobrecalentado, su resistencia mecánica disminuye, se producen deformaciones, quebraduras que son resultado de las roturas de los tubos
- a consecuencia de la porosidad de las incrustaciones, cuando el agua entra en contacto con el hierro sobrecalentado, aumenta su concentración en sosa cáustica y provoca corrosiones; al disociarse el oxígeno naciente, ataca el hierro.
- si un trozo de sarro, de una cierta superficie se separa, la violenta vaporización del agua que contacta con el metal caliente puede provocar que los tubos estallen.
- la incrustación bloquea la acción adecuada de los controles como el Macdonell (o nivel de agua) e incluso válvulas de seguridad.

Pérdidas de energía debido a incrustaciones

La variación del espesor de incrustaciones, es directamente proporcional, a la pérdida de energía, relacionada con el gasto extra de combustible. A mayor espesor de incrustaciones mayor el gasto de combustible para transferir calor y producir la misma cantidad de vapor.

Corrosión:

Es un ataque químico al metal de la caldera, lo debilita hasta convertirlo en un óxido.

Daños mecánicos causados por corrosión:

La reacción del hierro de la caldera y el agua se acelera con el oxígeno, los óxidos ferrosos de forma localizada origina poros en el metal.

El oxígeno reacciona con el hidrógeno permitiendo la disolución gradual de más hierro. Las picaduras son acusadas en zonas sometidas a esfuerzos durante la fabricación de la caldera, tales como las soldaduras, secciones trabajadas en frío o discontinuidades del metal.

Arrastres y su prevención:

El arrastre de agua y materias minerales por el vapor, es causado por tres fenómenos:

- la espuma
- el arrastre del agua propiamente dicho
- el arrastre de agua por el vapor

En el primero de los casos las burbujas estallan unas después de otras liberando las gotas de líquido, en el segundo las burbujas de vapor ascienden directamente a la superficie arrastrando vesículas de líquido que se liberan. El más grave de los fenómenos es el arrastre del agua por el vapor, en particular si el vapor se utiliza para producir energía, dado que provoca accidentes mecánicos en las turbinas.

Un nivel de agua por encima de las superficies de calentamiento, presión de marcha excesiva, gran velocidad de salida del balón de vapor, demanda excesiva de vapor, son factores que favorecen al arrastre.

Finalidad de los tratamientos para calderas

La adición de ingredientes químicos al agua de calderas como tratamiento interno diario, no consiste solamente en dosificarlos y purgar la unidad, un buen programa de tratamiento abarca más.

El producto químico combinado con un programa de dosificación, control y monitoreo, asegura:

- una adecuada protección al circuito de vapor con un óptimo rendimiento operativo.
- mantener los parámetros dentro del rango correspondiente, con el objeto de incrementar la vida útil de las unidades.

El mantenimiento programado a las unidades generadoras de vapor que han recibido tratamientos efectivos, consistirá únicamente en ajustes mecánicos y eléctricos, limpieza del hollín, cambio de empaques en tapaderas para

inspección visual del lado del agua, y una ligera limpieza con bombas de agua para el banco de tubos y espejos, éstos últimos deben presentarse libres de depósitos incrustantes, ataques corrosivos o de cualquier material indeseado que interfiera con la transferencia de calor.

Una superficie de intercambio bien tratada representa minimizar el costo de mantenimiento por avería, por corrección, horas extras, reducir tiempos muertos que impiden la programación de producción, ventajas que al final se convierten en beneficios para la empresa.

El costo por falla total, o parcial de los tubos, es exageradamente mas alto comparado con el costo mensual de un programa de tratamiento del agua. El valor de estas unidades nuevas (calderas), dependiendo de los requerimientos de: presión, temperatura, variaciones de carga y sistemas de combustión, van desde Q 500,000.00 hasta Q 3,000,000.00 o más.

Determinación del tipo de tratamiento al agua de alimentación:

La calidad del agua del pozo que va alimentar la caldera, necesita regular los agentes activos para estandarizar las variables.

La cantidad requerida de productos químicos está gobernada por:

- Tamaño de la caldera (en HP)
- Horas de trabajo diario
- Presión de trabajo de la caldera
- Producción de vapor/hora

- Porcentaje en retorno de condensado
- Concentración de parámetros químicos en el agua de aporte (dureza, alcalinidad, sílice, hierro cloruros, pH y Total de Sólidos Disueltos)

Las calderas de acuerdo a su tamaño, tienen mayor capacidad de almacenar agua, por lo tanto, necesitarán más cantidad de productos que logren mantener condiciones adecuadas.

Un porcentaje alto de retorno de condensado genera mejor calidad en el agua al mezclarse con el agua de aporte, la dosificación tendrá variantes para la estabilización de parámetros.

El horario de trabajo de una caldera regula el consumo de productos en dosificación, una operación de 24 horas gasta mayor cantidad que un proceso de 10 o 12 horas/día, en producción de vapor.

La concentración de contaminantes del agua que va alimentar la caldera es factor indispensable de medición, para cuantificar las cantidades de ingredientes activos que neutralizarán los efectos de las impurezas y no sobre dosificar causando daños.

4.8. Sistema de alimentación de agua

Uno de los factores principales para la operación óptima de la caldera, es el suministro adecuado del agua. Por la necesidad de mantener un nivel

constante dentro de la caldera, y para que no ocurra una falla de alguna de sus partes, todo sistema efectivo de alimentación a las calderas debe contar con recepción de condensados y equipo de bombeo.

4.8.1 Sistema de recepción de condensado

La cantidad de agua que se alimenta a una caldera es la del vapor que se produce; por lo tanto, la reserva debe ser proporcional a la capacidad de la caldera. Se recomienda que la cantidad de agua por almacenar, sea la mínima para sostener la evaporación en la caldera por lo menos durante 20 minutos.

El agua de alimentación de calderas debe estar a la temperatura más alta manejable, para evitar problemas de dilatación, contracciones y choques térmicos dentro de la caldera. Para ello se utiliza el mismo tanque para almacenar la reserva mínima y recibir el retorno de condensados.

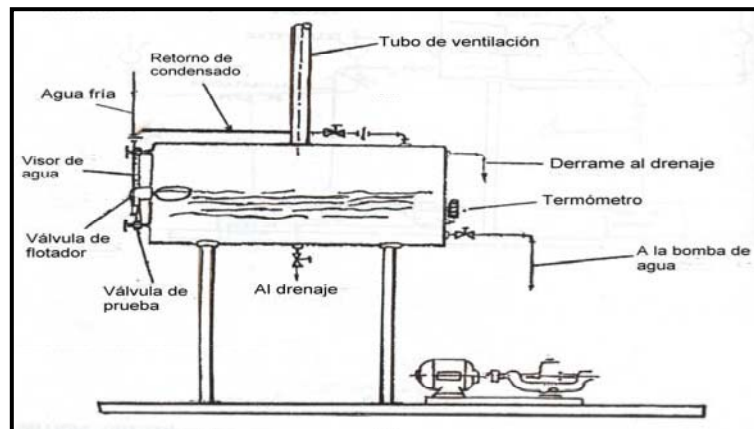
El sistema de recepción de condensado empieza por la recolección a partir de las trampas de vapor; después la conducción por la red de tuberías de retorno y termina con el tanque de condensado.

Trampeo: Una trampa de vapor es una válvula automática cuyas funciones son: Drenar el condensado, eliminar los gases no condensables, eliminar cualquier suciedad en el vapor y/o en el condensado y no permitir el escape de vapor.

Recepción y tanque de condensado: El tanque de almacenamiento de agua de alimentación se emplea a su vez como tanque de recepción de condensado. La reserva mínima de agua debe variar entre el 60 y 70% del volumen del tanque, lo que se puede apreciar en el cristal del nivel. Los retornos del condensado

pueden descargar libremente en el tanque para calentar el agua de alimentación; la temperatura del agua se observa en un termómetro que tiene instalado el tanque. Para reponer el agua que se pierde en el sistema de generación y distribución del vapor, el tanque tiene una línea de alimentación de agua tratada, que se controla por medio de una válvula de flotador. En caso de que el retorno de condensado sea en gran cantidad, el tanque cuenta con un rebosadero que va directo al drenaje. Por último, el tanque tiene una tubería abierta a la atmósfera para eliminar los gases no condensables, y evitar las presiones internas del tanque por la evaporación instantánea de ciertas cantidades de condensado.

Figura 31 Instalación de un tanque de condensados



Fuente: Casa de Maquinas, Instituto Mexicano de Seguridad Social

4.8.2. Sistema de bombeo

Para alimentar las calderas de tubos de humo, se emplean bombas de tipo turbina, porque operan intermitentemente y descargan en la caldera sin más restricción que la presión interna de la caldera. Ver figura 32.

Figura 32 Bomba tipo turbina acoplada a un motor eléctrico



Fuente: Instalaciones del hospital doctor Juan José Arévalo Bermejo

CONCLUSIONES

1. Tener un fundamento teórico, es la manera adecuada de empezar a trabajar con los equipos de generación de vapor, ya que son equipos de vital importancia en un hospital, por ende conocerlos de una forma detallada es una herramienta indispensable para solucionar cualquier problema que pueda darse..
2. El diagnóstico de las calderas a nivel institucional arrojó datos de mucha importancia para la división de mantenimiento, ya que se puede observar el mal estado generalizado de las calderas, con esto podrá solicitarse una ampliación presupuestaria con el fin de mejorar estado actual de las mismas.
3. El primer paso para mejorar el estado actual de las calderas, es implementar las rutinas de mantenimiento propuestas en este trabajo de graduación, ya que este programa de mantenimiento propone soluciones inmediatas a las fallas más comunes en las calderas.
4. Es importante la capacitación continua de los operadores y encargados de mantenimiento de las calderas ya que se logró observar que el programa de capacitación implementado en este trabajo de graduación tuvo bastante aceptación.

RECOMENDACIONES

1. Cooperación de la dirección de cada hospital con el departamento de mantenimiento de cada unidad hospitalaria, autorizando la compra de materiales y accesorios a utilizar para llevar a cabo el mantenimiento de forma inmediata ya que sin el vapor el hospital colapsaría.
2. Crear programas de capacitación constantemente ya que es de mucha relevancia que el personal de operación y mantenimiento de calderas sea capacitado continuamente para tener soluciones cuando se presenten problemas en estos equipos.
3. Crear renglones en los cuales se pueda comprar de forma inmediata los repuestos requeridos para dar el mantenimiento a las calderas.
4. Asignar un presupuesto adecuado a las necesidades del departamento de mantenimiento de cada unidad hospitalaria.
5. Implementar las rutinas de mantenimiento preventivo propuestas siguiendo todos los pasos que se indican, sin dejar pasar por alto ninguno por minucioso que se considere.

6. Crear plazas para mecánicos de calderas ya que existen unidades que no cuentan ni siquiera con operador para las calderas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cleaver-Brooks. **Manual de operación y mantenimiento.**
USA, 1989.
2. Severns, W. H. **Energía mediante vapor, aire y gas.** Segunda Edición. México Distrito Federal, Ediciones Alfaomega, S.A. de C.V. 1988.
3. Instituto Mexicano de Seguridad Social. **Casa de Máquinas.**
MEXICO 1977.
4. Ministerio de salud pública y asistencia social, división de ingeniería y mantenimiento. **Rutinas de mantenimiento hospitalario.** Proyecto sub-regional de mantenimiento Guatemala/Holanda.
5. Boletines **Energigrama.** Proyecto de eficiencia energética en la industria regional. PEEIR_ICAITI.
6. Cleaver-Brooks. **Manual del cuidado de la caldera Cleaver-Brooks.**
USA, 1989.

ANEXOS

HOJA DE DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS CALDERAS DEL IGSS

FECHA: 29 de mayo de 2006
 HOSPITAL: Pediatría zona 9
 CANTIDAD DE CALDERAS: 2

JEFE MANTENIMIENTO: Byron Aguilar
 NOMBRE OPERADOR: Avelino Robles
 EMPRESA DE TRATAMIENTO DEL AGUA: Genesis

CALDERA NUMERO: 2
 MARCA : Cleaver Brooks
 CAPACIDAD: 125 HP

COMBUSTIBLE: Bunker	NO. DE BIEN: S/N
MODELO: CB-655-125	SERIE: L-49010
PRES. MAX: 150 PSI	VALOR : Q290,000

DATOS DE OPERACIÓN A LA HORA DE LA INSPECCION

	TEORICA	REAL	OBSERVACIONES
PRESIÓN DE VAPOR (PSI)			
PRESIÓN DEL AIRE AL ATOMIZADOR (PSI)			
PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE (PSI)			
TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (°F)			
TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (°F)			
TEMPERATURA DE CHIMENEA (°F)			

CONTROLES COMUNES A TODA CALDERA					
	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
Motor del ventilador					
Arranque del motor ventilador					
Transformador para la ignición					
Motor modulador del registro					
Interruptor de bajo fogueo					
Interruptor del quemador					
Placas de identificación					
Interruptor manual-automático					
Control manual de la llama					
Transformador del motor modulador del registro					
Luces indicadoras					
Control Programador					
Ventilador					
Timbre de alarma					
Interruptor de prueba de aire para combustión					
Bomba de Suministro de Agua					
Panel Eléctrico					
Chimenea					
Termómetro de la chimenea					
Tapadera Manhole					
Compresor de aire					
Filtro del aire					
Válvula de retención					
Tanque receptor de aire-aceite					
Manómetro de la presión del aire para atomización					
Mira de vidrio del nivel de aceite lubricante					
Aletas de enfriamiento aceite lubricante (Eq. Opcional)					
Colador de aceite lubricante					
Válvula de control de la admisión de aire					
Interruptor del tirador de aceite					
Tapaderas de los registros de mano (Tortugas)					
Interruptor de baja presión de aceite (Equipo Opcional)					

CONTROLES DE VAPOR					
Manómetro de la presión del vapor					
Control de límite de presión para operación					
Control de alto límite de presión					
Control modulador de la presión					
Válvula de retención					
Manifold de Distribución de Vapor					
Válvula(s) de seguridad					
CONTROLES DEL NIVEL AGUA					
Mcdonnell Miller					
Mcdonnell Miller auxiliar					
Flotador del Mcdonnell Miller					
Diafragma del Mcdonnell Miller					
Capsula de Mercurio del Mcdonnell Miller					
Columna de agua					
Válvula de drenaje de la columna de agua					
Válvula de drenaje de la mira de vidrio indicadora					
CONTROLES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE GAS					
Válvula Solenoide del piloto de gas					
Válvula de gas principal					
Válvula de mariposa					
Regulador de la presión de gas					
Manómetro de la presión del piloto de gas					

CONTROLES DEL SISTEMA DE PRECALENTADO DE COMBUSTIBLE					
	ESTADO ACTUAL				
Conjunto del Pre calentador de combustible					
Colador de combustible					
Serpentín del pre calentador de combustible					
Trampa de vapor del pre calentador de combustible					
Interruptor del calentador de combustible					
Resistencias del pre calentador eléctrico de combustible					
Termostato del calentador de vapor					
Válvula de retención del calentador de vapor					
Válvula de vapor del calentador de combustible					
Regulador de la presión del calentador de vapor					
Termostato del calentador eléctrico de combustible					
Manómetro de la presión de entrada del combustible					
Válvula de escape del combustible					
Purgador de condensación					
CONTROLES SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE					
Bomba de combustible					
Manifold de Operación					
Manómetro de la presión del quemador de combustible					
Regulador de la presión del combustible					
Termómetro del aceite combustible					
Válvula de contrapresión					
Manómetro de la presión del combustible devuelto					
Válvula de desvío manual					
Válvula de compuerta con orificio					
Válvula solenoide del combustible					
Válvula de purga de aire					
Boquilla con orificio para purga de aire					
Colador de la boquilla de purga de aire					
Válvula de retención de la purga de aire					
Relevador de la purga de aire					

	ESTADO ACTUAL				OBSERVACIONES
	BUENO	REGULAR	MALO	FUERA DE SERVICIO	
CONTROLES DEL CONJUNTO DEL QUEMADOR					
Difusor					
Registro Rotatorio del aire (Damper)					
Línea flexible del aire para atomización					
Línea flexible de combustible					
Tirador de combustible (Cañón de Quemador)					
Fotocelda					
Cuerpo del quemador					
Electrodos de Ignición					
Aislantes de Electrodo de Ignición					
Cables de Ignición					
CONTROLES DE LA LEVA MODULADORA DEL ACEITE					
Leva Moduladora de combustible					
Tornillos de ajuste de la leva					
Resorte del perfil de la leva					
Válvula medidora del aceite					
Collarín					
Seguidor de la leva					
INYECTOR DEL QUEMADOR					
Cuerpo del inyector					
Resorte del rotor					
Rotor					
Boquilla del inyector					

PUERTA TRASERA					
Reborde de la puerta trasera					
Agujeros para los pernos					
Mezcla V-Block (aislante de la parte superior)					
Tejas del deflector (ladrillos)					
Refractario moldeable (Concreto)					
Tubo de mira					
Línea de aire al tubo de mira					
Cuerda de Fibra de vidrio					
Empaquetadura					
Pernos de seguridad de la puerta					
Cemento Insulación					
Empaque Baffle					
Cabezal de tubos (Espejo)					
Remaches de la empaquetadura					
PUERTA DELANTERA					
Agujeros para gas					
Placa del deflector					
Cabezal delantero (Espejo)					
Puerta intermedia					
Empaquetadura para la cubierta del quemador					
Empaquetaduras del cabezal (2 unidades)					
Tejas Refractarias del hogar					
Cubierta del quemador					
Tejas deflectoras de la garganta					
<p>Observaciones: Algunos accesorios no aparecerán debido a que los modelos varían de acuerdo a los distintos años en que se adquirieron las calderas y además se está tomando como base el manual de la Cleaver Brooks de 125 a 350 H.P. En tal caso se usará la frase "No Aplica".</p> <p>El costo total aproximado para reparar al 100% la caldera No. 2 asciende a Q 40,875.00</p>					