

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ INGENIERIA INDUSTRIAL

**REPORTE FINAL DE RESIDENCIA PROFESIONAL:
PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DEL ÁREA DE CALDERAS DEL HOSPITAL
GENERAL “DR. RAFAEL PASCACIO GAMBOA” EN LA
CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS**

PRESENTA:

JOSÉ DANIEL PÉREZ HERNÁNDEZ

NUMERO DE CONTROL:

08271043S

ASESOR:

DR. ROBERTO ANTONIO MEZA MENESES

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

MAYO DE 2013

“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ÁREA DE CALDERAS DEL HOSPITAL GENERAL “DR RAFAEL PASCACIO GAMBOA”



Subsecretaría de Educación Superior
Dirección General de Educación Superior Tecnológica
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

“2013, Año de la Lealtad Institucional y Centenario del Ejército Mexicano”


**CONSTANCIA DE LIBERACIÓN Y EVALUACIÓN
DE PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL**


**M.C. JORGE ANTONIO OROZCO TORRES
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
EDIFICIO.**


Por medio de la presente me permito informarle que ha concluido la asesoría y revisión del proyecto de Residencia Profesional cuyo título es: **PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ÁREA DE CALDERAS DEL HOSPITAL GENERAL “DR. RAFAEL PASCACIO GAMBOA” EN LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.**, desarrollado por el C. **José Daniel Pérez Hernández**, con número de control 08271043S, desarrollado en el periodo “ENERO- JUNIO 2013”

Por lo que, se emite la presente Constancia de Liberación y Evaluación del Proyecto a los dos días del mes de julio de 2013.

ATENTAMENTE
“CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO”


M.C. Roberto Antonio Meza Meneses
Asesor del Proyecto


Ing. Edali Ramos Mijangos
Revisor del proyecto


M.C. Jorge Antonio Orozco Torres
Revisor del proyecto

C.c.p.- Archivo.



Carretera Panamericana Km. 1080, C.P. 29050, Apartado Postal 599
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tels. (961) 61 54285, 61 50461
www.ittg.edu.mx



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ÁREA DE CALDERAS DEL HOSPITAL GENERAL “DR RAFAEL PASCASIO GAMBOA”



**GOBIERNO DEL ESTADO DE CHIAPAS
SECRETARIA DE SALUD
HOSPITAL GENERAL “DR. RAFAEL PASCASIO GAMBOA”
COORDINACIÓN DE SERVICIO SOCIAL**



Secretaria de Salud
Estado de Chiapas

No.5003/475

Asunto: Carta de liberación
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; 11 de junio de 2013

Ing. Rodrigo Ferrer González

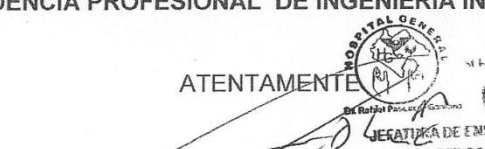
Jefe del Depto. De Gestión Tecnológica y Vinculación
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
CIUDAD.

Por medio de la presente le comunico a usted que el **C. José Daniel Pérez Hernández**, pasante de la Carrera de Ingeniería Industrial, del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, realizó satisfactoriamente su Residencia Profesional en el Área de Ingeniería y Mantenimiento, desarrollando el proyecto **“Propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo del Área de Calderas del Hospital General “Dr. Rafael Pascasio Gamboa”**, en el periodo comprendido de febrero - junio de 2013.

Habiendo cumplido con el total de 640 horas y con los requerimientos que marcan las normas de servicio social de este hospital, y después de haber sido liberado por su jefe inmediato se extiende la presente:

**CARTA DE LIBERACIÓN DE
RESIDENCIA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

ATENTAMENTE


Dr. José Alfredo Villar Pinto
Jefe de Enseñanza e Investigación
Hospital General “Dr. Rafael Pascasio Gamboa”



C.c.p. expediente.



9° SUR OTE. S/N COL. CENTRO 6136130099
www.facebook.com/ensenanza.medica.12



RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se realizó en la casa de máquinas del Hospital General Regional “Dr. Rafael Pascacio Gamboa”, ubicado en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Con el paso de los años, las instalaciones hospitalarias y el equipo para que funcione adecuadamente el nosocomio, se han deteriorado al punto de llegar a paros inesperados de los equipos. Lo anterior es por falta de políticas restrictas en el centro asistencial.

En el departamento de ingeniería y mantenimiento, por falta de presupuesto y la falta de capacitación constante del personal, se tiene la política de aplicar a los equipos un mantenimiento netamente correctivo.

Por tanto, es de suma importancia hacer un diagnóstico del estado actual de las calderas y su red de distribución de vapor con el fin de tener una base sustancial para darle la importancia al programa de mantenimiento preventivo.

Los generadores de vapor, sus accesorios y la red de distribución son un equipo crítico dentro de la institución ya que de la generación de vapor dependen otras unidades para trabajar, como central de equipos (para esterilización) y lavandería, así como la demanda de agua caliente a unidades específicas.

La aplicación del mantenimiento preventivo permite que los equipos puedan ser usados de manera permanente o cuando sea requerido su uso para un procedimiento específico eliminando los posibles riesgos de paro prolongado o paro total de la producción vapor.

La ejecución de un programa de mantenimiento preventivo tiene la finalidad de reducir la pérdida de información, previniendo reparaciones, el deterioro de los

equipos y evitando gastos extraordinarios, por mencionar, la sustitución de un equipo antes del tiempo de vida promedio.

Los costos de aplicación de un programa de mantenimiento preventivo son relativamente bajos a los costos por mantenimiento correctivos; la mayoría de las partes que puede ser reemplazada deben comprarse en otro estado y ser instaladas por personal externo, en cambio, las rutinas de mantenimiento solo cuestan unos minutos de atención por parte del personal que opera los equipos, permitiendo de esta manera un ahorro económico por no contratar el servicio de personal externo.

En el trabajo se aborda la importancia de las rutinas de mantenimiento, como herramienta al momento de llevar adelante una estrategia de mantenimiento. Las rutinas de mantenimiento preventivo permiten tener un historial, conocer el estado actual de las calderas y de sus equipos auxiliares, así como identificar las causas que provocan las fallas para poder corregirlas, aumentando de esta forma la confiabilidad y disponibilidad del equipo.

Además, se enfoca la propuesta de iniciar el proceso de capacitación para el personal de operación y mantenimiento de calderas, ya que es de 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.

INDICE

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	x
INTRODUCCIÓN	01

CAPÍTULO 1. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO

1.1 Antecedentes del problema	04
1.2 Planteamiento del problema	04
1.3 Definición del problema	05
1.4 Objetivos.....	05
1.4.1 Objetivo general.....	05
1.4.2 Objetivos específicos	05
1.5 Justificación	06
1.6 Alcances y limitaciones.....	07
1.6.1 Alcances	07
1.6.2 Limitaciones	07
1.7 Impactos económicos	07

CAPÍTULO 2. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

2.1 Antecedentes históricos del hospital.....	10
2.2 Estructura organizacional	10
2.3 Misión de la institución.....	11
2.4 Visión de la institución	11
2.5 Ubicación geográfica	12
2.6 Departamento de Ingeniería y Mantenimiento	12
2.6.1 Organigrama	13
2.6.2 Misión.....	13
2.6.3 Visión	14
2.6.4 Flujograma de procesos.....	14

CAPÍTULO 3. FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1 Evolución del mantenimiento	16
3.1.1 Primera etapa: Mantenimiento por Roturas	16
3.1.2 Segunda etapa: Mantenimiento Planificado	16
3.1.3 Tercera etapa: Mantenimiento Productivo Total.....	18
3.2 Modelos de industrias con mantenimiento integrado.....	18
3.3 Definición del mantenimiento Industrial	19
3.3.1 Importancia del mantenimiento	19
3.4 Clasificación del mantenimiento	20
3.5 Mantenimiento preventivo.....	20
3.5.1 Mantenimiento periódico basado en tiempo.....	21
3.5.2 Mantenimiento basado en condiciones	22
3.6 Mantenimiento Correctivo	22
3.7 Mantenimiento de Averías	23
3.8 Mantenimiento Predictivo	23
3.9 Las seis grandes pérdidas de los equipos.....	23
3.10 TPM: Mantenimiento Productivo Total.....	25
3.10.1 Pilares fundamentales del TPM	26

CAPITULO 4. METODOLOGIA

4.1 Diagnóstico situacional de las instalaciones.....	33
4.1.1 Tiempo de vida.....	33
4.1.2 Funcionamiento actual	34
4.1.3 Condiciones actuales de las calderas	34
4.1.4 Consumo de combustible.....	35
4.1.5 Tratamiento de agua	35
4.1.6 Corrosión	39
4.1.7 Cantidad de vapor generado por hora	42
4.1.8 Descripción de la capacidad instalada	42
4.1.9 Condiciones de la tubería de suministro de vapor	43

4.2	Recolección de información.....	44
4.3	Análisis de información.....	44
4.4	Método TPM.....	44
4.4.1	Mantenimiento Autónomo.....	44
4.4.2	Mantenimiento Progresivo o Planificado.....	45
4.4.3	Educación y formación.....	45

CAPITULO 5. PROPUESTA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

5.1	Función y objetivos.....	48
5.1.1	Importancia del mantenimiento preventivo para generadores.....	50
5.1.2	Bitácora.....	50
5.2	Codificación de máquinas y equipos.....	51
5.2.1	Código de área de trabajo.....	51
5.2.2	Clase de equipo.....	51
5.2.3	Número consecutivo.....	52
5.3	Información técnica de equipos.....	53
5.4	Guía de rutinas de mantenimiento preventivo de los generadores.....	53
5.4.1	Servicio diario.....	54
5.4.2	Servicio semanal.....	55
5.4.3	Servicio Quincenal.....	55
5.4.4	Servicio mensual.....	55
5.4.5	Servicio anual.....	56
5.5	Guía de rutinas de mantenimiento preventivo de la red de distribución ...	57
5.5.1	Mantenimiento Diario.....	58
5.5.2	Mantenimiento mensual.....	58
5.5.3	Mantenimiento trimestral.....	59
5.5.4	Mantenimiento anual.....	59

CAPÍTULO 6. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL GENERADOR

6.1	Función.....	62
-----	--------------	----

6.2	Objeto de aplicación	62
6.3	Temas a desarrollar	63
6.4	Conceptos teóricos	63
6.4.1	Generador de vapor	63
6.4.2	Generadores acuotubulares.....	64
6.4.3	Utilización del vapor	64
6.4.4	Sistemas de vapor	65
6.4.5	Capacidad de un generador de vapor Clayton.....	67
6.4.6	Descripción del modelo de un generador Clayton.....	67
6.5	Componentes básicos de los generadores Clayton.....	68
6.5.1	Unidad de calentamiento (serpentín)	68
6.5.2	Separador de vapor	71
6.5.3	Trampa de vapor.....	73
6.5.4	Bomba de agua.....	74
6.5.5	Conjunto ventilador – quemador	76
6.6	Flujo de agua y vapor	77
6.6.1	Flujo de agua y vapor en el generador de vapor.....	77
6.6.2	Accesorios del sistema de vapor y agua	79
6.7	Tratamiento del agua de alimentación	89
6.7.1	Parámetros reglamentarios para la operación	89
6.7.2	Compuestos químicos y accesorios para el control del agua	90
6.7.3	Equipo suavizador.....	91
6.7.4	Operación del suavizador automático	93
6.7.5	Corrosión por pH.....	97
6.7.6	Corrosión por presencia de ácido carbónico.....	97
6.7.7	Sólidos en suspensión	97
6.7.8	Tratamiento interno	98
6.7.9	Bomba dosificadora	99
6.7.10	Compuestos químicos Clayton para acondicionamiento del agua .	99
6.7.11	Dosificación de productos químicos.....	100
6.8	Sistema de combustión	101

6.8.1 Quemador de combustible diésel.....	106
6.9 Seguridad en el área de calderas.....	108
6.9.1 Orden y limpieza	109
6.9.2 Normas de seguridad.....	109
6.9.3 Equipo de protección personal.....	111
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1 Conclusiones.....	113
7.2 Recomendaciones.....	114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115
ANEXOS.....	117

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Estructura organizacional.....	09
Figura 2.2 Localización de la institución.....	10
Figura 2.3 Organigrama del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento.....	11
Figura 2.4 Diagrama de procesos para solicitar servicio de mantenimiento.....	12
Figura 3.1 Evolución del mantenimiento hacia el TPM.....	15
Figura 3.2 Clasificación del mantenimiento planificado y asignación de responsabilidades.....	18
Figura 3.3 Agrupación de las pérdidas en función de los efectos que provocan...	22
Figura 3.4 Actividades de inspección.....	25
Figura 4.1 Metodología del proyecto.....	30
Figura 4.2 Generador acuotubular Marca Clayton.....	31
Figura 4.3 Área de calderas del Hospital “Dr. Rafael Pascacio Gamboa”.....	32
Figura 4.4 Unidad de calentamiento.....	40
Figura 5.1 Estructura del código de equipos.....	50
Figura 6.1 Sistema de vapor con retorno de condensado.....	83
Figura 6.2 Corte seccional de la unidad de calentamiento.....	86
Figura 6.3 Sección superior rolada de una unidad de calentamiento.....	87
Figura 6.4 Accesorios típicos de un separador de vapor.....	89
Figura 6.5 Bomba de agua.....	92
Figura 6.6 Conjunto quemador y ventilador.....	93
Figura 6.7 Accesorios del sistema de vapor y agua.....	95
Figura 6.8 Filtro Y.....	79
Figura 6.9 Amortiguador de admisión.....	80
Figura 6.10 Amortiguador de descarga.....	81
Figura 6.11 Válvula de alivio.....	82
Figura 6.12 Válvula de contraflujo (check).....	82
Figura 6.13 Manómetro.....	83
Figura 6.14 Control principal de temperatura y termopar.....	85
Figura 6.15 trampa de vapor.....	86

Figura 6.16 Válvula de seguridad.....	87
Figura 6.17 Interruptor de presión de vapor y modulador de presión.....	89
Figura 6.18Requerimientos de agua de alimentación	91
Figura 6.19 Diagrama de instalación de un suavizador.....	92
Figura 6.20 Servicio del suavizador automático	93
Figura 6.21 Retrolavado del suavizador automático	94
Figura 6.22 Regenerado y enjuague lento del suavizador automático.....	95
Figura 6.23 Voluta del quemador	104
Figura 6.24 Mecanismo de la compuerta de aire	105
Figura 6.25 Mecanismo del actuador de la compuerta de aire.....	106
Figura 6.26 Sistema diésel – aire – combustible	108
Figura 6.27 Equipo de protección personal.....	112

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Clasificación de las seis grandes pérdidas.....	25
Tabla 4.1 Métodos de calentamiento para eliminar el agua	38
Tabla 5.1 Codificación de máquinas y equipos	52
Tabla 5.2 Informe de rutinas.....	53
Tabla 5.3 Programación del mantenimiento preventivo	56
Tabla 6.1 Aplicaciones generales del vapor	65
Tabla 6.2 Presión – temperatura del vapor de agua	73
Tabla 6.3 Carga de sal por periodo de regeneración	96
Tabla 6.4 Referencias de alcalinidad	100
Tabla 6.5 Dosificación de productos químicos	101

INTRODUCCIÓN

En las actividades del mantenimiento industrial, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos e instalaciones a través de la realización de inspecciones y reparaciones que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad, el mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, en oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

La misión principal de un hospital es garantizar el bienestar de sus pacientes, actividad que implica que tanto el personal médico como el equipo hospitalario, sean de la mejor calidad y funcionen eficientemente. Por esta razón se ha decidido establecer un programa de mantenimiento preventivo para los equipos generadores de vapor instalados en la casa de máquinas del hospital general regional “Dr. Rafael Pascacio Gamboa”.

En la casa de máquinas específicamente existen dos generadores de vapor acuotubulares (de tubos de agua) y sus equipos auxiliares, tanques de combustible, cisterna para la alimentación de agua así como la instalación de tuberías de distribución de vapor hacia los servicios que lo requieran.

Existen equipos para diferentes servicios que están fuera del alcance de este proyecto, se mencionan de manera general: compresoras de aire medicinal y plantas de emergencia.

En el capítulo uno se hace una descripción de la problemática objeto de este proyecto de trabajo y se mencionan los objetivos generales y específicos del programa de mantenimiento propuesto.

En el capítulo dos se presenta una descripción general del hospital general regional “Dr. Rafael Pascacio Gamboa”.

El capítulo tres presenta un marco teórico sobre el desarrollo del mantenimiento industrial y su importancia en el sector productivo.

El capítulo cuatro contiene un diagrama descriptivo de la metodología del proyecto y en él se presenta un diagnóstico situacional de las instalaciones del cuarto de calderas.

En el capítulo cinco se establecen las rutinas de mantenimiento descritas de manera diaria, semanal, quincenal, mensual y anualmente tanto de los generadores como de la red de distribución.

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

En el anexo A se presenta un manual de procedimientos para la correcta ejecución de las rutinas de mantenimiento.

Capítulo 1

Generalidades del proyecto

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Antecedentes del problema

El departamento de ingeniería y mantenimiento es el encargado de garantizar el buen funcionamiento de todos los servicios. El departamento de ingeniería y mantenimiento carece de un control adecuado en relación a tareas específicas, además existe un desconocimiento por parte del personal de lo que implica garantizar el funcionamiento de estos equipos.

Cualquier caldera que reciba una atención meramente ocasional, no dará el rendimiento que se espera de ella. Es deber y responsabilidad de todo el personal involucrado en la operación y mantenimiento de este equipo el entender completamente los procedimientos y observar los casos de advertencia y precaución. El personal debe estar completamente familiarizado con todos los aspectos de seguridad y operación adecuada, y los procedimientos de mantenimiento para el uso de este equipo.

1.2 Planteamiento del problema

Los generadores de vapor instalados en la casa de máquinas del hospital, sufren fallas que provocan paros y, en consecuencia, tiempos muertos en la producción de vapor. Los tiempos muertos van en proporción a la gravedad de la falla, que puede ser de hasta tres o cuatro días cuando no se tiene disponible el accesorio. Al no realizar adecuadamente las inspecciones y tareas que requieren cada una de las partes del generador, éstas sufren deterioros que acortan la vida útil de las mismas. Un servicio de mantenimiento correctivo general al generador de vapor genera un costo que oscila entre los \$17,000 y \$22,000 sin incluir la mano de obra. Un servicio de mantenimiento correctivo a la línea de conducción de vapor realizado en mayo del 2012 generó un gasto de \$38,546.

Para llevar a cabo el mantenimiento correctivo debe emplearse personal externo, lo que genera gastos en mano de obra que en administración no se toman en cuenta dentro del presupuesto establecido para la conservación y el mantenimiento del hospital.

1.3 Definición del problema

Los desajustes en el equipo generador de vapor generan altos costos de mantenimiento correctivo, como los descritos anteriormente. Estas mismas fallas reducen la capacidad de respuesta dado que pasan algunos días en reparar las fallas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Establecer un programa de mantenimiento preventivo de las calderas, que garantice su buen funcionamiento y una eficiencia en las redes de distribución, para la entrega de vapor de calidad a las unidades que lo demanden, en la casa de máquinas del hospital general “Dr. Rafael Pascacio Gamboa”.

1.4.2 Objetivos específicos

- Mantener en condiciones óptimas de operación las calderas y redes de distribución de vapor en el área.
- Definir una guía de rutinas de mantenimiento preventivo que garanticen el buen funcionamiento de las calderas para que estas operen de una forma eficiente.
- Elaborar un manual de procedimientos, el cual conlleve la descripción de los pasos a seguir para llevar a cabo el mantenimiento preventivo.
- Difundir en medios impresos y digitales la correcta operación de los equipos generadores de vapor.

1.5 Justificación

Los generadores de vapor disponen de una amplia superficie de contacto para realizar una conducción de calor eficaz. Al trabajar en condiciones químicas y térmicas muy severas deben disponer de un eficaz programa de mantenimiento para garantizar la integridad de sus componentes.

Sustituir todo el generador de vapor implica, además de gastos de adquisición y del personal que va a instalar el nuevo generador, cortar la tubería. El remplazo de los generadores de vapor también introduce dificultades en la instalación del nuevo generador y en las soldaduras de las tuberías y requiere un gran trabajo de descontaminación.

La sustitución de todos los tubos implica cortar, retirar los tubos y la estructura de soporte de los tubos y sustituir el equipo de secado y separación de vapor. El coste de la energía perdida durante la interrupción es perceptiblemente más alto que el coste de las otras opciones; las tareas de mantenimiento.

Entre los beneficios que pueden obtenerse al desarrollar un programa de mantenimiento preventivo, por algún período de tiempo, se cuentan:

- Prevención de fallas en los equipos e instalaciones, con lo que se evitan paros y gastos imprevistos.
- Reducción del remplazo de equipos durante su vida útil.
- Reducción de la cantidad de repuestos en reserva.
- El buen estado de los equipos e instalaciones durante su vida útil.
- Utilización planificada del recurso humano.

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1 Alcances

- En el programa de mantenimiento a estructurar se incluirán las actividades que requieren tanto los generadores de vapor como la red de distribución.
- Asimismo, se plasmarán los procedimientos para realizar las diversas tareas de mantenimiento.

1.6.2 Limitaciones

- No se dispone de información práctica, de carácter técnico administrativo, sobre aspectos de conservación y mantenimiento tales como manuales de organización, instructivos de mantenimiento, reparación y calibración de equipos.
- No se han establecido criterios y procedimientos para la selección y contratación de personal técnico de operación para atender las crecientes necesidades de mantenimiento, por tanto, los nuevos operarios (a menudo recomendados) no están conscientes de la importancia del generador y la red de distribución.
- La resistencia al cambio, en especial, por parte del personal antiguo.
- Existe insuficiencia de recursos financieros para atender las necesidades de mantenimiento y conservación de las instalaciones y equipos.
- Escasa experiencia en el ramo del mantenimiento de generadores de vapor.

1.7 Impactos económicos

La puesta en práctica de medidas preventivas para evitar daños en los generadores de vapor se espera que sea menos costosa que la reparación o la sustitución del generador, y que pueda proporcionar una seguridad adicional para alargar la vida útil del generador.

La detección temprana de una falla permite tomar las medidas preventivas para evitar un servicio de mantenimiento correctivo al generador, el cual tiene un costo entre \$17,000 y \$22,000 sin incluir la mano de obra.

Con un programa de mantenimiento técnicamente estructurado se pueden evitar fugas de combustible, elemento muy indispensable para el funcionamiento de los generadores de vapor y que en la actualidad se está elevando en el precio.

Capítulo 2

Caracterización de la empresa

CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA

2.1 Antecedentes históricos del hospital

El Hospital General “Dr. Rafael Pascacio Gamboa” es el primer centro médico que se estableció en el estado de Chiapas, al iniciar sus servicios el 15 de septiembre de 1900.

Primeramente fue conocido como la Casa de la Caridad, que era atendida por un grupo de beneficencia. El doctor Domingo Chanona era el director y no cobraba ningún sueldo. EL 22 de noviembre de 1912 se le dio su nombre al hospital.

En 1942, siendo gobernador del estado, el doctor Pascacio construyó un nuevo hospital, el actual edificio moderno y funcional ubicado en la segunda oriente esquina con novena sur, que siguió llevando el nombre de Chanona hasta 1990, año en que se le cambió a "Pascacio Gamboa".

Actualmente el nosocomio está constituido por dos edificios, uno de cuatro pisos, que alberga los servicios de medicina interna, cirugía y urgencias, con diversas áreas como quirófanos, central de equipo y esterilización, hospitalización, consulta externa, terapia intensiva, radiología, aulas y áreas administrativas.

El edificio contiguo, conocido como “Materno-infantil”, estructura de dos plantas, agrupa los servicios de ginecología, obstetricia y pediatría, así como áreas de urgencias pediátricas, sala de rehidratación oral, urgencias obstétricas, sala de expulsión, cuneros, terapia intensiva, comedor y residencia.

2.2 Estructura organizacional

La estructura organizacional del nosocomio se describe en la figura 2.1 de la siguiente página.

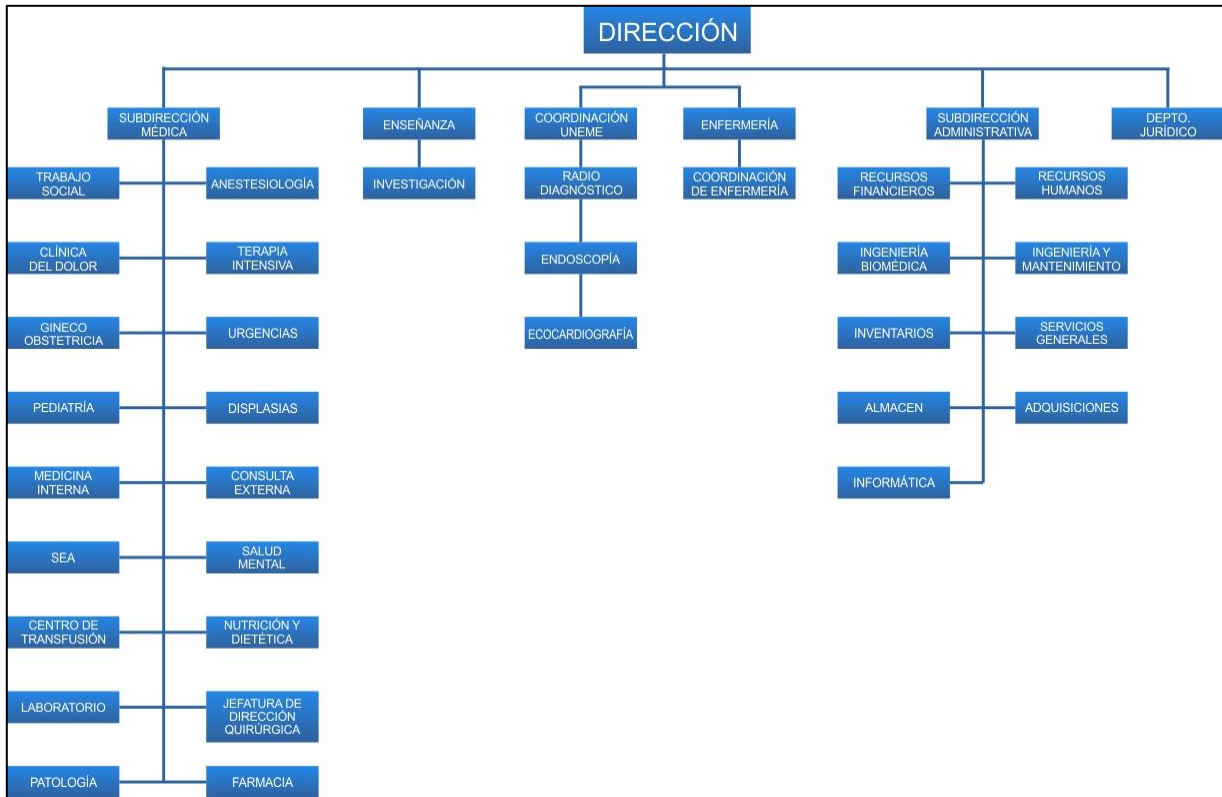


Figura 2.1. Estructura organizacional.

2.3 Misión

Proporcionar servicios de salud con calidad y seguridad del paciente en las especialidades médicas, quirúrgicas y de apoyo al diagnóstico y tratamiento, actuando con responsabilidad y respeto al ser humano y su entorno.

2.4 Visión 2012 de la institución

Seremos un centro de atención hospitalaria de alto nivel de especialidad, con liderazgo estatal y nacional donde se desarrollen programas de investigación y docencia que nos permitan contribuir en la formación de especialistas en la ciencia médica, con la finalidad de incrementar la seguridad del paciente.

2.5 Ubicación geográfica

El Hospital General Regional “Dr. Rafael Pascacio Gamboa” se encuentra ubicada en la calle Novena sur oriente con esquina en la calle Central, sin número, en Tuxtla Gutiérrez Chiapas. En la figura 2.2 se muestra la localización puntual del nosocomio.

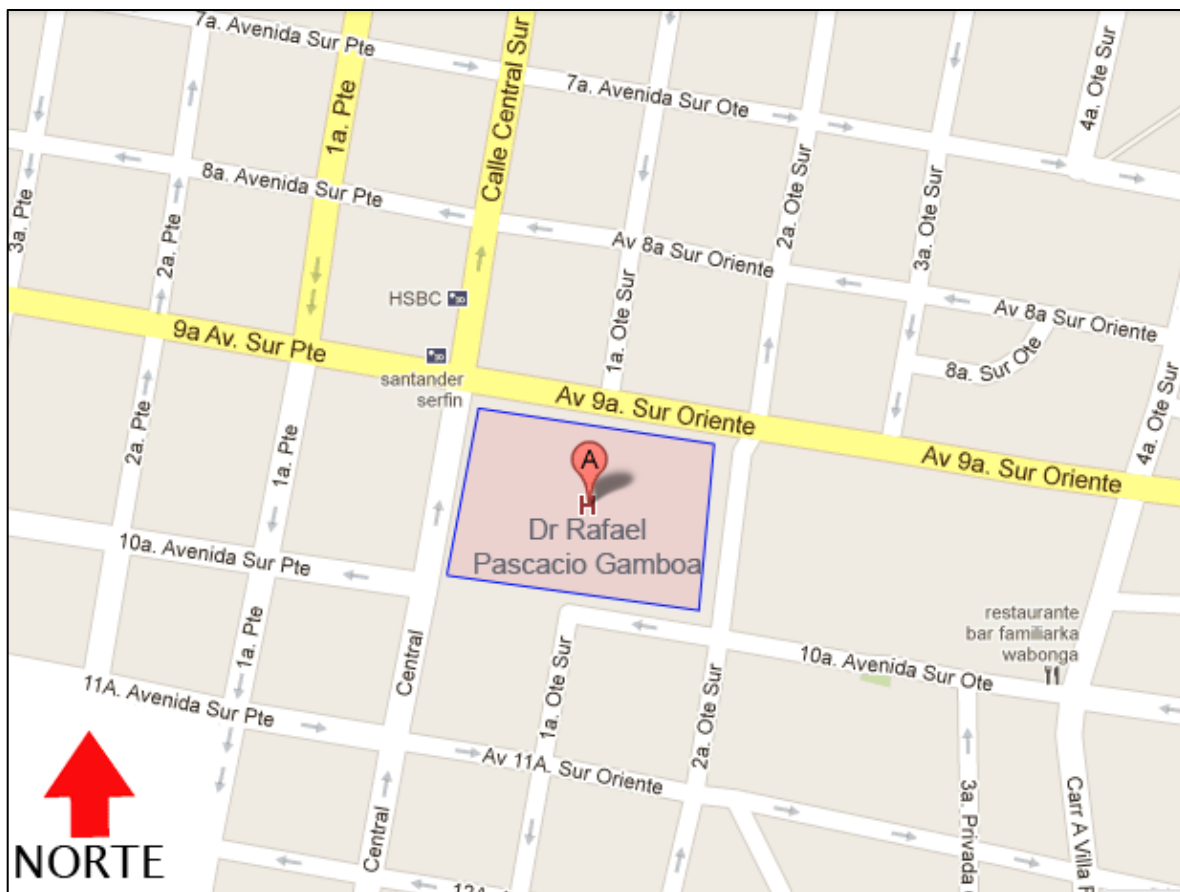


Figura 2.2. Localización de la institución.

2.6 Departamento de ingeniería y mantenimiento

El departamento de Ingeniería y Mantenimiento forma parte esencial de la estructura y organización de una institución de salud, cuya labor es determinante para la prestación de un buen servicio.

Los factores que ayudan a la mejora continua de este departamento son:

- Organización y motivación hacia el personal operativo.

- Estructura organizacional y reingeniería del personal.
- Control de material implementando un sistema de inventario que maximice la eficiencia.
- Limpieza, organización y control de almacén provocando que se pueda manejar el stock mínimo como reserva y previniendo compras para no quedar en ceros.
- Formación de líderes en cada uno de los turnos para delegar responsabilidades y lograr la organización y control del personal.

2.6.1 Organigrama del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento

El departamento cuenta con suficiente personal para atender los requerimientos del hospital. La figura 2.3 muestra la estructura organizacional del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento.

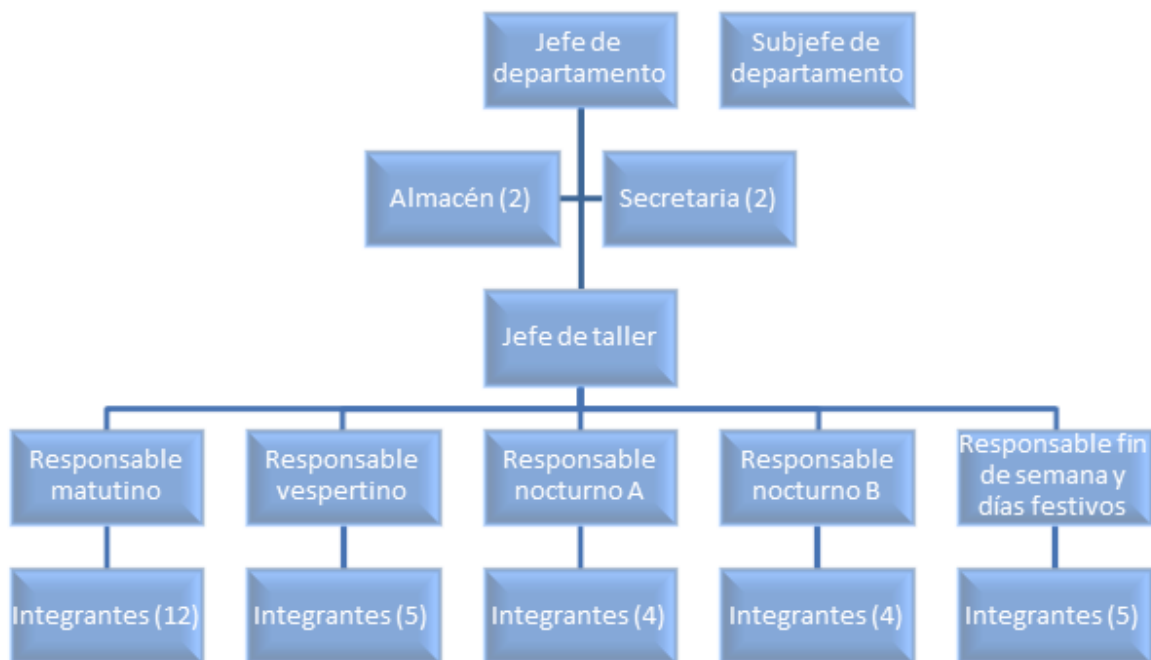


Figura 2.3. Organigrama del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento.

2.6.2 Misión

Llevar a cabo un mantenimiento preventivo y correctivo en todas las instalaciones en general, así como en maquinaria, herramientas, equipamiento hospitalario, de tal

manera que se garantice un adecuado funcionamiento y operatividad de los mismos, logrando prestar un servicio de calidad a nuestros clientes internos y/o externos.

2.6.3 Visión

Ser un departamento de calidad total, en el modelo de servicio y brindando apoyo a todas las áreas o departamentos que la necesiten, bajo las normas de seguridad que rigen a nuestra institución.

2.6.3 Flujograma de procesos

El departamento cuenta con flujogramas de procesos, para la corrección oportuna de falla, servicio o desperfecto en cualquier departamento (ver figura 2.4).

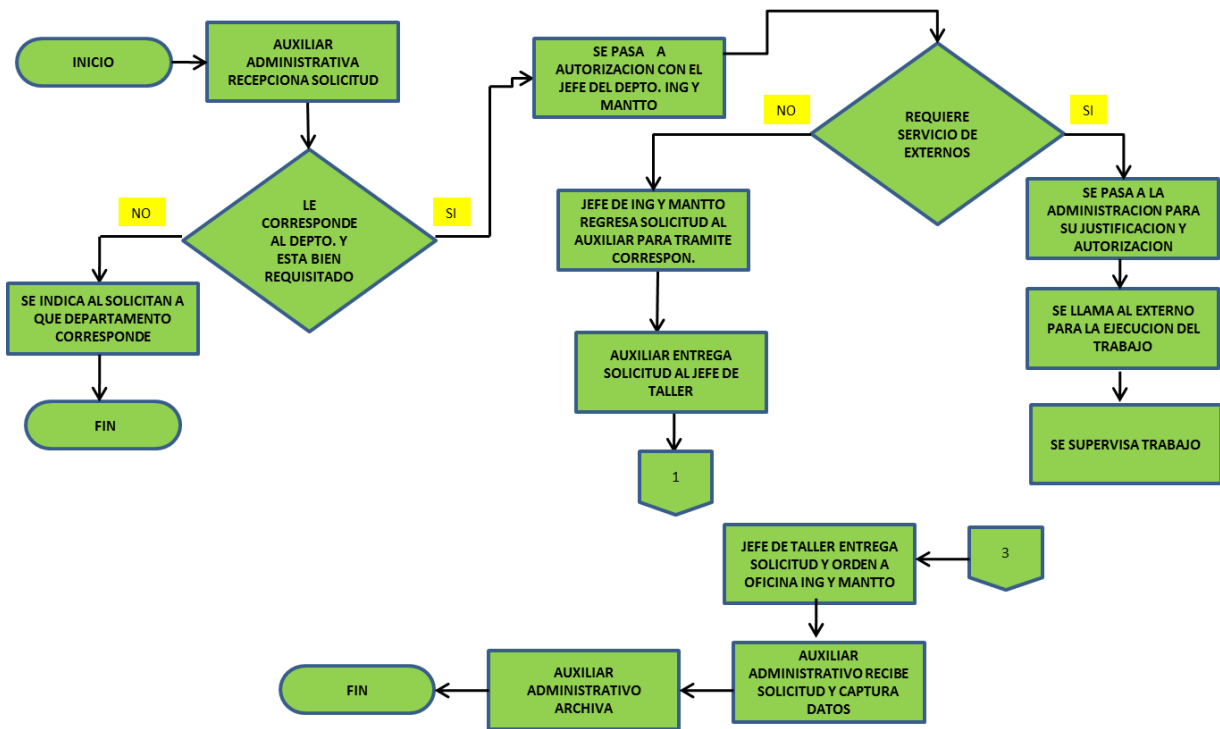


Figura 2.4. Diagrama de procesos para solicitar servicio de mantenimiento.

Capítulo 3

Fundamento teórico

CAPÍTULO 3. FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1 Evolución del mantenimiento

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas.

Según Rey (2001), el mantenimiento ha tenido su evolución a través de tres etapas muy marcadas, coincidentes más o menos con las etapas del desarrollo industrial.

3.1.1 Primera etapa: Mantenimiento por Rotura.

Hasta los años 50, con una organización y planificación mínimas (mecánica y engrase) pues la industria no estaba muy mecanizada y las paradas de los equipos no tenían demasiada importancia al tratarse de maquinaria sencilla y fiable, debido a esta sencillez, así como fácil de reparar.

3.1.2 Segunda etapa: Mantenimiento Planificado (PM).

La creciente automatización de los procesos productivos y su complejo Mantenimiento, hizo que a partir de los años 50 en EE.UU. se introdujese el concepto de mantenimiento Preventivo. En la década de los 60 surge en EE.UU. el concepto de Mantenimiento Productivo en el seno de General Electric Co. Este concepto hacía referencia a que el objetivo del mantenimiento no era únicamente reparar los equipos sino también planificar y mejorar la productividad mediante adecuadas acciones de mejora en los mismos. De esta manera el PM engloba el Mantenimiento Correctivo, Preventivo, Predictivo y la Mejora (ver figura 3.1 de la siguiente página).

A partir de 1964 se introduce el PM en Japón, no sin antes haberlo dotado del toque característico japonés: mientras en la mayoría de las empresas americanas el Mantenimiento y la Producción se mantenían separados, los japoneses consiguen que todos los operadores participen en el mantenimiento de los equipos de producción.

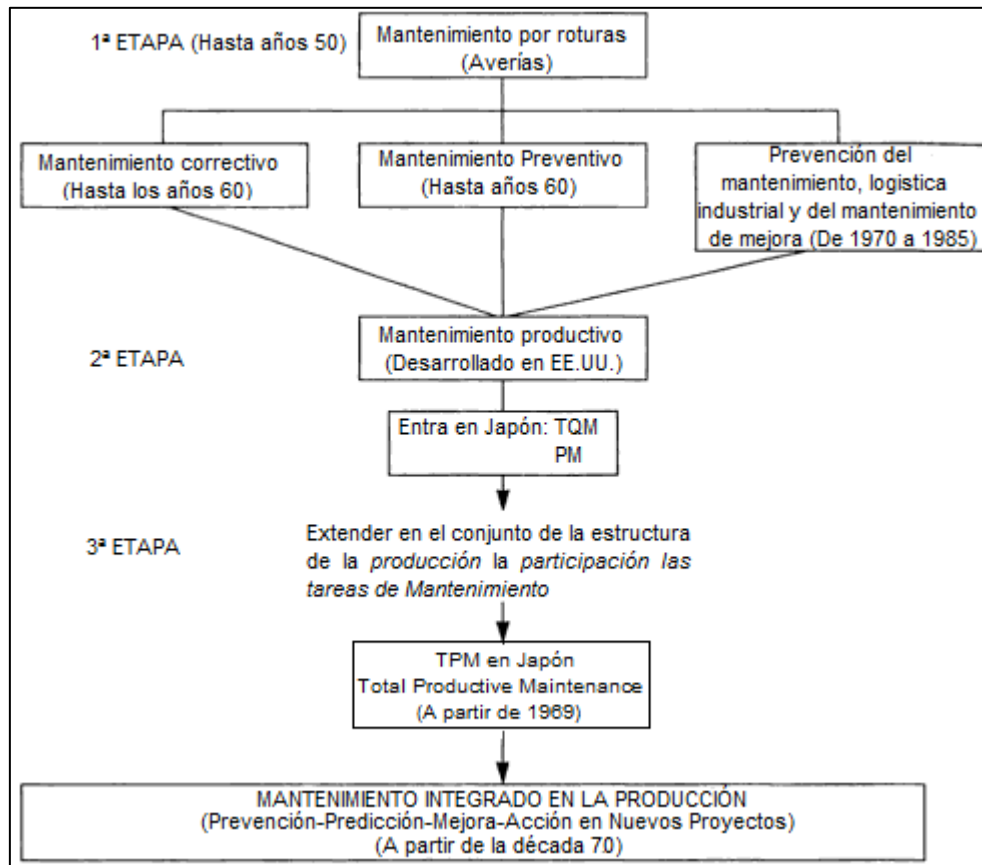


Figura 3.1. Evolución del mantenimiento hacia el TPM.

El Mantenimiento Preventivo al que se refiere Rey consiste en revisiones periódicas de las instalaciones buscando anticiparse a las posibles averías. Se trataba, por tanto, de una serie de actuaciones sistemáticas en las que se desmontaban las máquinas, se observaban para reparar o sustituir los elementos sometidos a desgaste.

El elevado coste de estas revisiones (de mano de obra, de tiempo de parada, etc.) hizo que el Mantenimiento Preventivo fuese reemplazado, allí donde fue posible, por el Mantenimiento Predictivo. En este caso, las intervenciones sobre los equipos productivos no dependen de un programa preestablecido, sino de las condiciones de funcionamiento de dichos equipos. Es este el que anuncia que alguna de sus partes está llegando a un punto en el que va a ser necesaria una intervención que podemos planificar.

El Mantenimiento Preventivo consiste, por tanto, en un conjunto de técnicas y métodos que aplicados sobre las máquinas y equipos, permiten conocer su estado para poder así intervenir con anterioridad a que pueda producirse el fallo. Es necesario, por tanto, establecer una serie de parámetros medibles cuya variación va a reflejar el deterioro de aquellos componentes que pueden producir fallos o averías en los sistemas.

3.1.3 Tercera etapa: Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Si bien el TPM fue desarrollado por primera vez en 1969 en la empresa japonesa Nippondenso del grupo Toyota y Japón lo generaliza a partir de 1971, esta etapa en nuestro entorno no comienza hasta el final de la década de los 80. Partiendo del concepto americano del PM que habían adoptado en la segunda etapa y que separaba al personal de mantenimiento del de la producción, evolucionaron hacia el Mantenimiento y Mejora de los equipos con la implicación de toda la organización.

En la actualidad son las necesidades concretas de cada equipo y de cada industria las que marcan el modelo de mantenimiento que optimiza sus recursos y sus necesidades. Por lo general, el método que se impone mayoritariamente es el Mantenimiento Productivo Total o TPM, que incluye las tareas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo, integrado siempre en un modelo de Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO), y apoyado según necesidades por el modelo de Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM).

3.2 Modelos de industrias con mantenimiento integrado

Se distinguen tres tipos de industrias que poseen servicios de mantenimiento integrados en su estructura (Dounce, 2006):

- Empresas manufactureras: gran parque de maquinaria, productos numerosos; ejemplo: calderería.
- Empresas de proceso: puestos en serie, pocos productos; ejemplo: refinera, papelera.

- Empresas de servicios: equipos muy diversos; ejemplos: hospitales, transportes.

La importancia de la función mantenimiento es evidente en los dos últimos tipos, por los criterios dominantes siguientes:

- "Procesos": coste del paro, disponibilidad.
- "Servicios": seguridad, disponibilidad.

De lo que se deduce que:

- Cuanto más costosa es la indisponibilidad, más económico es el mantenimiento.
- Cuanto más está en juego la seguridad, más se demuestra que el mantenimiento es obligado.

3.3 Definición del mantenimiento industrial

Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento.

El mantenimiento industrial engloba las técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, y contribuyendo a los beneficios de la empresa. Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida útil de forma rentable para el usuario.

3.3.1 Importancia del mantenimiento

Mantener un equipo da confiabilidad a la empresa y a los operadores, su importancia es tal que le permite obtener grandes volúmenes de producción con alto grado de calidad con tendencia a la excelencia.

3.4 Clasificación del mantenimiento

El concepto de mantenimiento planificado engloba tres formas de mantenimiento:

- Mantenimiento basado en el tiempo
- Mantenimiento basado en las condiciones
- Mantenimiento de averías

De la correcta combinación de estos tres componentes resulta un mantenimiento planificado efectivo (Cuatrecasas 2010). En la figura 3.2 se expone una clasificación exhaustiva de los tipos de mantenimiento que se dan dentro del Mantenimiento Planificado, así como las actividades que corresponden a los departamentos de producción y mantenimiento respectivamente.

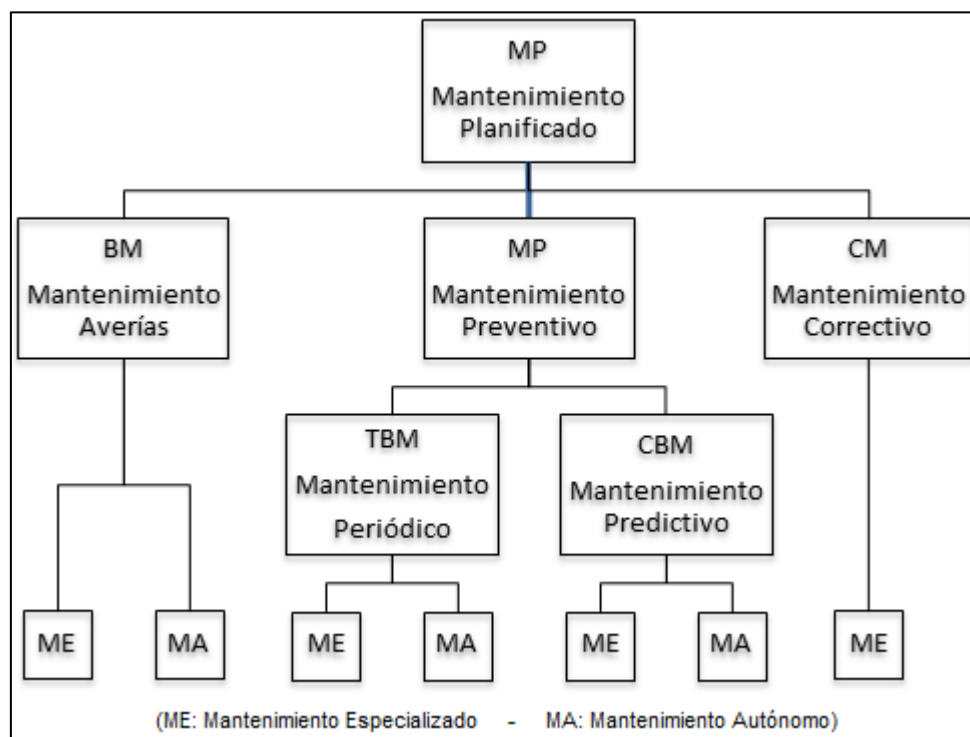


Figura 3.2. Clasificación del mantenimiento planificado y asignación de responsabilidades.

3.5 Mantenimiento preventivo

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse

a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario, también es conocida como Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP).

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen mantenimiento preventivo se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones y máquinas.

Ventajas del mantenimiento preventivo:

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos y/o máquinas.
- Mayor duración de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto, sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

3.5.1 Mantenimiento periódico o basado en tiempo

El trabajo de mantenimiento empieza con el *mantenimiento periódico* o basado en el tiempo (las siglas TBM significan *Time Based Maintenance*). Se trata de actividades básicas que facilitan un funcionamiento consistente y continuado del equipo, tales

como inspeccionar, limpiar, reponer y restaurar piezas periódicamente para evitar averías. Las actividades TBM deben llevarse a cabo por el departamento de producción, como parte del mantenimiento autónomo, y por el departamento de mantenimiento, como soporte a las citadas tareas de mantenimiento autónomo. La estrecha colaboración entre ambos departamentos es un elemento clave para alcanzar los objetivos de mantenimiento.

3.5.2 Mantenimiento basado en condiciones

Para hacer una compañía más competitiva, es más eficiente la gestión basada en el *Mantenimiento Predictivo* o mantenimiento basado en condiciones CBM (*Conditional Based Maintenance*), que el mantenimiento periódico TBM, siempre que se den las condiciones para poder hacerlo.

El mantenimiento predictivo se basa en la utilización de equipos de diagnóstico y modernas técnicas de procesamiento de señales que evalúan las condiciones del equipo durante la operación y determinan cuando se precisa mantenimiento. Es un mantenimiento de alta fiabilidad basado en las condiciones reales del equipo y no en periodos de tiempo. En este tipo de mantenimiento colaboran conjuntamente el departamento de producción, mediante inspecciones y test diarios, y el departamento de mantenimiento, utilizando técnicas complejas de mantenimiento y supervisando continuamente cualquier cambio en el estado del equipo.

3.6 Mantenimiento correctivo

Comprende las mejoras realizadas sobre el equipo o sus componentes a fin de facilitar y realizar adecuadamente el mantenimiento preventivo. En este tipo de mantenimiento estarían las mejoras efectuadas para solucionar los puntos débiles del equipo (Cuatrecasas, 2000).

3.7 Mantenimiento de averías

Esta clase de mantenimiento normalmente se desarrolla cuando hay falla o rotura o cuando definitivamente ya no funciona más el elemento o pieza en cuestión y su reemplazo es inminente e inaplazable.

3.8 Mantenimiento predictivo

El Mantenimiento Predictivo consiste en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan. Así, poder programar los paros para reparaciones en los momentos oportunos.

La filosofía de este tipo de mantenimiento se basa en que normalmente las averías no aparecen de repente, tienen una evolución. Un defecto con el tiempo puede causar una avería grave (Cuatrecasas 2000).

El mantenimiento predictivo consiste en (Manual de mantenimiento 2008):

- **Análisis.** Determinar el número de equipos objetivo, estudiar sus características fundamentales y sus modos potenciales de fallo.
- **Normalización.** Traducir los modos de fallo a parámetros predictivos de supervisión y asignarles los límites de aceptación o alarmas correspondientes.
- **Sistematización.** Establecer las pautas de comportamiento de la organización en la eventualidad de que un parámetro supere su valor de alarma: confirmación del diagnóstico, evaluación, acción.

3.9 Las seis grandes pérdidas de los equipos

El objetivo de un sistema productivo eficiente desde el punto de vista de los equipos es el de conseguir que éstos operen de la forma más eficaz durante el mayor tiempo posible. Para ello es necesario descubrir, clasificar y eliminar los principales factores que merman las condiciones operativas ideales de los equipos (Cuatrecasas, 2000).

Los principales factores que impiden lograr maximizar la eficiencia global de un equipo se han clasificado en seis grandes grupos y son conocidos como *Las Seis Grandes Pérdidas*. Están agrupadas en tres categorías tomando en consideración el tipo de mermas y efectos que pueden representar en el rendimiento de un sistema productivo con intervención directa o indirecta de los equipos de producción (ver figura 3.3).

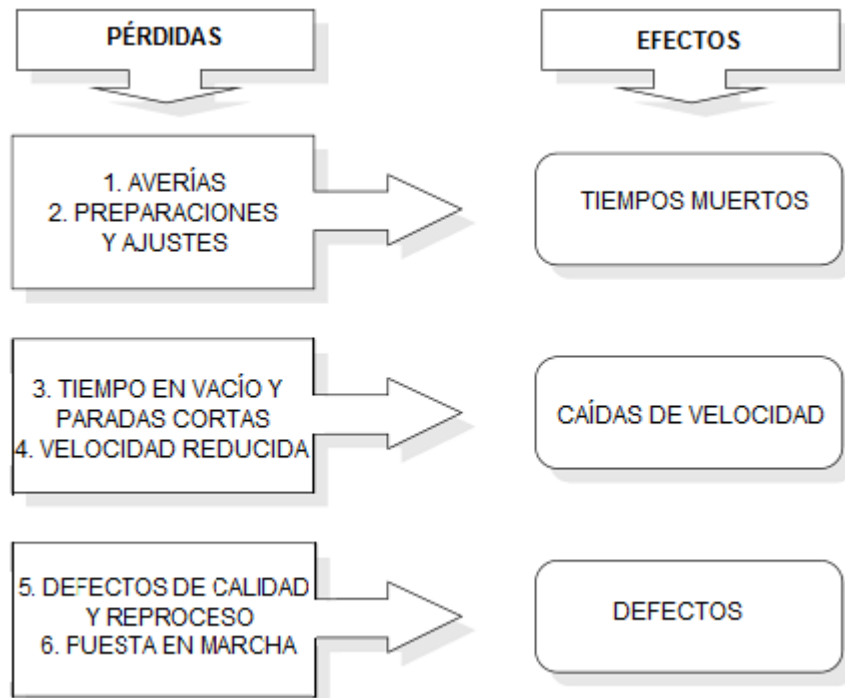


Figura 3.3 Agrupación de las pérdidas en función de los efectos que provocan.

En la tabla 3.1 se puede apreciar, de modo general, el tipo de deficiencia que representa cada una de las citadas pérdidas, sus características y el objetivo a alcanzar. La meta del TPM será eliminar o, si ello no es del todo posible, minimizar cada una de las seis grandes pérdidas.

Tabla 3.1 Clasificación de las seis grandes pérdidas.

Tipo	Pérdidas	Tipos y características	Objetivo
Tiempos muertos y de vacío	1. Averías	Tiempos de paro del procesos por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicas, de los equipos	Eliminar
	2. Tiempos de preparación y ajustes de los equipos	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas o útiles necesarios para su puesta en marcha	Reducir al máximo
Pérdidas de velocidad del proceso	3. Funcionamiento a velocidad reducida	Diferencia entre la velocidad actual y la de diseño del equipo según su capacidad. Se pueden contemplar además otras mejoras en el quipo para superar su velocidad de diseño	Anular o hacer negativa la diferencia con el diseño
	4. Tiempo en vacío y paradas cortas	Intervalos de tiempo en el que el equipo está en espera para poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios	Eliminar
Productos o procesos defectuosos	5. Defectos de calidad y repetición de trabajos	Producción con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos	Eliminar productos y procesos fuera de tolerancia
	6. Puesta en marcha	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas	Eliminar o minimizar según exigencias técnicas

3.10 TPM: Mantenimiento Productivo Total

¿Qué es el Mantenimiento Productivo Total?

Seiichi Nakajima considera que es el enfoque sistemático para entender las funciones del equipo, la relación del equipo con la calidad del producto y la probable causa y frecuencia de falla de los componentes del equipo crítico.

El marco operativo del TPM en la opinión de Nakajima y Suzuki es:

- La maximización de la efectividad del equipo, a través de la optimización de su disponibilidad, de su comportamiento, eficiencia y la calidad del producto.
- La estrategia de mantenimiento (nivel y tipo de mantenimiento productivo) para toda la vida del equipo.
- La involucración de todos los departamentos, incluso los usuarios mismos.

- Dicha involucración incluye sin excepción a todos los miembros de la empresa, desde la alta dirección hasta el obrero general.
- El mejoramiento del mantenimiento a través de pequeños grupos que realicen actividades autónomas que eviten emergencias y mantenimiento no programado.

3.10.1 Pilares fundamentales del TPM

Los pilares considerados como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son los que se indican a continuación:

■ Pilar 1. Mejoras focalizadas

Las mejoras focalizadas son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la Efectividad Global del Equipo, proceso y planta; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos multidisciplinarios, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de los despilfarros que se presentan en las plantas industriales.

Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua similar al existente en los procesos de Control Total de Calidad aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento. Si una organización cuenta con actividades de mejora similares, simplemente podrá incorporar dentro de su proceso, Kaizen o mejora, nuevas herramientas desarrolladas en el entorno TPM. No deberá modificar su actual proceso de mejora que aplica actualmente.

■ Pilar 2. Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando

problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento.

Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

Es imprescindible que los operadores de producción desarrollen diariamente las actividades de MPT-Mantenimiento Autónomo correspondientes a Limpieza, Lubricación, Inspección y Ajustes. La figura 3.4 muestra algunas pautas de inspección.



Figura 3.4. Actividades de inspección

■ **Pilar 3. Mantenimiento planificado**

El mantenimiento progresivo es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial. El propósito de este pilar consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta "cero averías" para una planta industrial.

El mantenimiento planificado que se practica en numerosas empresas presenta entre otras las siguientes limitaciones:

No se dispone de información histórica necesaria para establecer el tiempo más adecuado para realizar las acciones de mantenimiento preventivo. Los tiempos son establecidos de acuerdo a la experiencia, recomendaciones de fabricante y otros criterios con poco fundamento técnico y sin el apoyo en datos e información histórica sobre el comportamiento pasado.

Se aprovecha la parada de un equipo para "hacer todo lo necesario en la máquina" ya que la tenemos disponible. ¿Será necesario un tiempo similar de intervención para todos los elementos y sistemas de un equipo?, ¿Será esto económico?

Se aplican planes de mantenimiento preventivo a equipos que poseen un alto deterioro acumulado. Este deterioro afecta la dispersión de la distribución (estadística) de fallos, imposibilitando la identificación de un comportamiento regular del fallo y con el que se debería establecer el plan de mantenimiento preventivo.

A los equipos y sistemas se les da un tratamiento similar desde el punto de vista de la definición de las rutinas de preventivo, sin importan su criticidad, riesgo, efecto en la calidad, grado de dificultad para conseguir el recambio o repuesto, entre otros.

Es poco frecuente que los departamentos de mantenimiento cuenten con estándares especializados para la realizar su trabajo técnico. La práctica habitual consiste en

imprimir la orden de trabajo con algunas asignaciones que no indican el detalle del tipo de acción a realizar.

El trabajo de mantenimiento planificado no incluye acciones Kaizen para la mejora de los métodos de trabajo. No se incluyen acciones que permitan mejorar la capacidad técnica y mejora de la fiabilidad del trabajo de mantenimiento, como tampoco es frecuente observar el desarrollo de planes para eliminar la necesidad de acciones de mantenimiento. Esta también debe ser considerada como una actividad de mantenimiento preventivo.

■ Pilar 4. Educación y formación

Este pilar considera todas las acciones que se deben realizar para el desarrollo de habilidades para lograr altos niveles de desempeño de las personas en su trabajo. Se puede desarrollar en pasos como todos los pilares TPM y emplea técnicas utilizadas en mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas y herramientas de calidad.

■ Pilar 5. Mantenimiento temprano

Su objetivo es mejorar la tecnología de los equipos y maquinaria de manufactura, para reducir el deterioro de los equipos y mejorar los costos de su mantenimiento. Busca desarrollar de forma rápida y económica, equipos fáciles de utilizar y productos fáciles de fabricar mejorando el funcionamiento sin fallas y logrando alta flexibilidad. Este pilar se centra en el diseño y construcción de los equipos y máquinas de producción basándose en las observaciones de los operadores y del personal de mantenimiento. Es un claro ejemplo para la aplicación de la Ingeniería Simultánea o Concurrente, ya que requiere una alta comunicación y colaboración en paralelo entre áreas operativas, diseño e investigación.

■ Pilar 6. Mantenimiento de mejoramiento de calidad

Las acciones del mantenimiento de calidad buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en

la situación donde no se generen defectos de calidad. Tiene un enfoque dirigido hacia acciones preventivas para lograr equipos y procesos sin defectos capaces de producir productos con cero defectos, mediante la búsqueda de la mejora continua y optimización del equipo y del proceso en general.

■ Pilar 7. Mantenimiento de Áreas Administrativas

Este pilar tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en el trabajo manual de las oficinas. El mantenimiento productivo en áreas administrativas ayuda a evitar pérdidas de información, coordinación, precisión de la información, etc. Emplea técnicas de mejora enfocada, estrategia de 5“s, acciones de mantenimiento autónomo, educación y formación y estandarización de trabajos. Es desarrollado en las áreas administrativas con acciones individuales o en equipo.

■ Pilar 8. Gestión de seguridad, salud y medio ambiente

Tiene como propósito crear un sistema de gestión integral de seguridad. Emplea metodologías desarrolladas para los pilares mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo. Contribuye significativamente a prevenir riesgos que podrían afectar la integridad de las personas y efectos negativos al medio ambiente.

Capítulo 4

Metodología

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

El esquema de la figura 4.1 muestra la metodología para la realización del proyecto, iniciando con un diagnóstico situacional de las instalaciones.



Figura 4.1. Metodología del proyecto.

4.1 Diagnóstico situacional de las instalaciones

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

4.1.1 Tiempo de vida

Las calderas acuotubulares 1 y 2, instaladas en el centro hospitalario, tienen 6.5 y 7 años de funcionamiento respectivamente, con lo cual a través del tiempo se han deteriorado; por tal razón el mantenimiento es tan importante, pues se busca alcanzar el mejor aprovechamiento de las máquinas y su buen funcionamiento.

La figura 4.2 muestra una de las calderas acuotubulares Clayton instaladas en el Hospital General “Dr. Rafael Pascacio Gamboa”.



Figura 4.2. Generador acuotubular, marca Clayton.

4.1.2 Funcionamiento actual

Las calderas acuotubulares que utiliza la institución son dos Clayton modelo EO-30, con números de serie M-20365 y M-20369 para los generadores 1 y 2 respectivamente, con una presión de operación de 7 kg/cm². Estas alimentan de vapor a las unidades de lavandería y central de equipos (autoclaves), así también suministran agua caliente a diferentes servicios.



Figura 4.3. Área de calderas del Hospital “Dr. Rafael Pascacio Gamboa”.

4.1.3 Condiciones actuales de las calderas

Las calderas acuotubulares Clayton se encuentran en un estado aceptable; sin embargo, no tienen la misma capacidad que tenían cuando empezaron a operar, pues como todo se deteriora a través del tiempo, éstas han presentado algunos desperfectos que requieren de un mantenimiento programado.

4.1.4 Consumo de combustible

Las calderas instaladas en la institución, utilizan el diésel como combustible de la siguiente manera: la caldera está en operación un aproximado de 10 a 13 horas diarias de lunes a domingo; el tanque de combustible tiene la capacidad de 1000 l, suficiente para abastecer el consumo de una semana. Las dimensiones del tanque cilíndrico son: 0.87 m de radio, 1.83 m de longitud y 3.04 mm de espesor.

4.1.5 Tratamiento de agua

El tratamiento de agua tiene por objeto proteger a su equipo contra corrosión e incrustación. Las consecuencias que origina el descuido en el tratamiento de agua, normalmente repercuten en altos costos de mantenimiento y combustible así como en el consecuente desgaste prematuro del equipo.

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

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

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

En el mantenimiento de las calderas, pueden darse las siguientes circunstancias:

■ **Incrustaciones en los conductos debidas a las sales minerales**

El agua de la red (agua dura) contiene sales minerales disueltas, principalmente calcio y magnesio; si utilizáramos ésta agua dura para generar vapor, originaríamos el desprendimiento o precipitación de éstas sales minerales en forma de capas adherentes, conocidas comúnmente como **incrustación**. La incrustación, de acuerdo a lo anterior, puede definirse como el depósito de sales minerales que se adhieren a las paredes metálicas del tubo donde se genera el vapor.

Estos depósitos de sales minerales se van acumulando en forma de capas incrustantes, mismas que provocan la reducción del diámetro interno del tubo y en casos extremos ocasionar una obstrucción total.

La incrustación actúa como un aislante térmico que impide la transferencia de calor de los gases de combustión hacia el agua que circula dentro del tubo y en consecuencia, produce sobre calentamiento en el Generador. Este sobre calentamiento va disminuyendo la eficiencia del sistema de generación de vapor e incrementando el consumo del combustible.

Para generar vapor sin riesgos de incrustación en el equipo, es necesario eliminar la dureza del agua, esto es, eliminar las sales minerales de Calcio y Magnesio, causantes de la incrustación. La manera más práctica de eliminar la dureza del agua es a través de un **Equipo suavizador de agua**. La capacidad de un equipo suavizador se calcula de acuerdo a la dureza y consumo de agua. Con estos datos se obtiene el tamaño adecuado del equipo a utilizar y el volumen de agua que podrá suavizar, lo que a su vez determinará los ciclos en que será necesario regenerar el suavizador.

En términos de los costos de materiales y tiempo en que estará fuera de servicio un generador para desincrustarlo, es injustificable descuidar el regenerado del suavizador de agua, ya que se estaría permitiendo la acumulación de incrustación en el Generador. Por tanto, desde el primer día de operación, el equipo debe cumplir

con un programa periódico de regeneración, a fin de asegurar que se contará con agua suave en todo momento para su utilización.

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

Los principales problemas debidos a las incrustaciones y demás depósitos son la reducción del diámetro de las tuberías, la disminución de la transferencia de calor, el origen de corrosiones localizadas y en general un aumento de los costes de mantenimiento de las instalaciones.

A continuación se muestran algunos síntomas típicos de Incrustación.

- ◆ Incremento anormal de la presión del agua de alimentación (por la restricción de la unidad de calentamiento).
- ◆ Mayor consumo de combustible.
- ◆ Posible goteo o fuga de la válvula de alivio.
- ◆ Incremento anormal de la temperatura de los gases de combustión.
- ◆ Pérdida de la eficiencia del Generador.
- ◆ Interrupción termostática a causa de insuficiencia de agua en la unidad de calentamiento.
- ◆ Desgaste prematuro de las partes internas de la Bomba de Agua.

■ **Purgas**

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

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

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

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

Deben de fijarse los ciclos de concentración apropiados, pues los cuerpos variarán dependiendo de la clase de agua de alimentación y de las condiciones de operación. Generalmente se recomienda no acumular más de 8 a 10 ciclos de concentración en el sistema.

Los fabricantes de generadores generalmente fijan el límite de sólidos disueltos de manera que resista el sistema, sin peligro de dañar la unidad o causar efectos adversos.

■ Elementos adicionales en el agua

Además de los daños y bajo rendimiento que ocasionan las incrustaciones, se debe de chequear los otros elementos indeseables existentes en el agua de la caldera, ya que repentinamente se notará que el agua actúa en forma equivocada saliendo de la caldera juntamente con el vapor, el que en condiciones normales saldría solo.

Debe señalarse que esto es contraproducente por varias razones; daña la tubería más rápidamente y el vapor mojado puede contaminar plantas de alimentos.

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

■ **Eliminación de incrustaciones o costras**

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

Por largos años se han empleado soluciones de ácidos basadas en grados técnicos de ácido hidrocórico. Los ácidos líquidos tienen la ventaja de una acción rápida, economía y facilidad de aplicación. Sin embargo, deberá tenerse mucho cuidado al aplicarlos.

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

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

4.1.6 Corrosión

La corrosión del metal en los sistemas generadores de vapor es un proceso complejo y constituye muchas formas de ataque.

En términos generales, se puede definir corrosión como el desgaste o deterioro total o parcial de un material a consecuencia de una reacción química o electroquímica.

Los principales factores que causan la corrosión se describen a continuación:

■ **Oxígeno disuelto.**

Para evitar la corrosión por oxígeno, el agua de alimentación debe estar libre de oxígeno y otros gases corrosivos. La corrosión provoca el desgaste prematuro del metal.

El agua en su estado natural y a temperatura ambiente, contiene ciertas cantidades de oxígeno y otros gases que podemos eliminar aumentando su temperatura. Hay diversos métodos de calentamiento para el agua de alimentación, tales como el uso de un deaerador, tanque de condensado y el uso de reactivos químicos. Su elección depende del costo de la instalación y el uso de productos químicos, tal y como lo muestra la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Métodos de calentamiento para eliminar el oxígeno.

EQUIPO	TEMPERATURA (°C)	COSTO INICIAL	USO DE PRODUCTO QUÍMICO	ELIMINACIÓN DEL OXÍGENO
Deaerador	100	Máximo	Mínimo	Excelente
Tanque de precalentamiento	82-87	Bajo	Bajo	Buena
Tanque frío	37 o menor	Mínimo	Máximo pobre	

El método utilizado por Clayton en sistemas abiertos consiste en precalentar el agua de alimentación almacenada en el tanque de condensados. Para este efecto se aprovecha el calor que proviene del retorno de condensados (trampa de vapor y líneas de servicio), además de una línea de vapor proveniente del separador que es controlada mediante una válvula termostática.

Para una buena eliminación del oxígeno y el bióxido de carbono es necesario mantener una temperatura de 6 a 8 °C. Por debajo de la temperatura de ebullición. Lo anterior se logra cuando el retorno de condensados es de 60% o más del total del agua consumida por el Generador; cuando el porcentaje de retorno es menor, será necesario utilizar un equipo de precalentamiento para alcanzar dichas temperaturas.

El oxígeno remanente en el agua del tanque de condensados después del precalentamiento se controla por medio del reactivo químico Oxiclax líquido o COSD15 en polvo, formulados para eliminar los gases corrosivos dejando un residuo protector a base de sulfitos de 50 a 100 ppm.

■ PH del agua.

El agua por su naturaleza tiende a ser corrosiva debido al carácter ácido de los gases y sales minerales disueltos en ella. Por esta razón, al entrar en contacto con algunos metales los corroe en forma de desgaste paulatino de la superficie metálica. Para evitar que esto suceda con el tubo de la unidad de calentamiento es indispensable mantener un pH alcalino en el agua de alimentación a fin de evitar riesgos de una corrosión ácida en el generador de vapor.

El agua de alimentación del generador de vapor debe tener un pH de 10.5 a 11.5, lo cual, se logra por medio del producto químico denominado Policlay, elaborado básicamente para este propósito.

■ Ácido carbónico.

El agua que sale del tanque de condensado y entra a la bomba de agua para ser enviada a presión a la unidad de calentamiento, lleva disueltas sales de bicarbonato de sodio, las cuales al ser expuestas al calor, generan carbonato de sodio, agua y bióxido de carbono. Al seguir aplicando calor, el carbonato de sodio y el agua reaccionan generando hidróxido de sodio y nuevamente bióxido de carbono. El hidróxido de sodio que se genera mantiene estable el pH y además mantiene soluble la sílice.

Por otro lado, el bióxido de carbono generado en la unidad de calentamiento, viaja junto con el vapor (ya que es un gas no condensable), y al llegar a la línea de retorno de condensado, y encontrarse con una temperatura y presión menores, reaccionan éste y el vapor condensado formando ácido carbónico, el cual es altamente

corrosivo. Este tipo de corrosión adelgaza considerablemente el metal hasta formar una película de papel en la parte inferior del tubo.

4.1.7 Cantidad de vapor generado por hora

El vapor generado es de 469.5 kg/h, por solo una de las calderas, es decir el agua que se encuentra en la unidad de calentamiento (ver figura 4.4) circula a alta velocidad en sentido contrario al flujo de los gases de combustión, de tal manera que a medida que el agua avanza en su recorrido descendente, encuentra temperaturas cada vez más altas ya que los gases de combustión se generan en la parte inferior de la unidad de calentamiento y son ascendentes, por lo que se incrementa su temperatura para cambiar de fase el agua (Sistema a contra flujo).

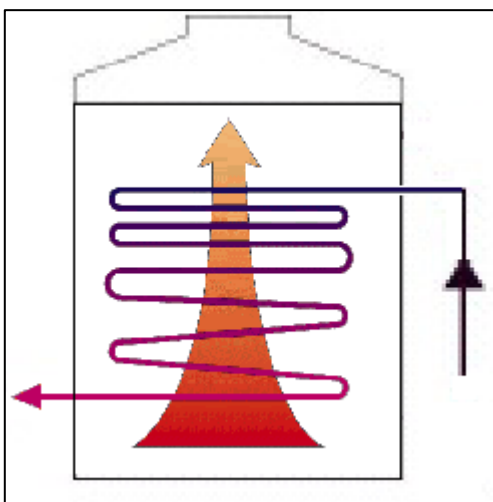


Figura 4.4. Unidad de calentamiento.

4.1.8 Descripción de la capacidad instalada

Las calderas acuotubulares Clayton de la institución, están construidas con un rango de operación de 220 v y con presiones de operación de 7 kg/cm²; estas son capaces de generar arriba de 469.5 kilogramos de vapor por hora, cuando se encuentran en sus óptimas condiciones.

4.1.9 Condiciones de la tubería de suministro de vapor

Las tuberías de suministro de vapor, son muy importantes para mantener el vapor a la presión y temperatura requerida.

En ciertas partes de las tuberías de vapor existen daños superficiales, debido a la corrosión y al desgaste que sufren las mismas al tratar de mantener el calor y la temperatura del vapor para evitar la condensación; las tuberías de suministro de vapor de la institución se encuentran en mal estado por falta de aislamiento térmico, en uniones, en las desviaciones, y en las salidas del vapor para llevar a cabo la alimentación.

■ Consecuencias en la tubería por falta de aislamiento térmico

La radiación es una de las formas de transferencia de calor que se debe considerar en todo sistema de vapor, especialmente en aquellas áreas carentes de aislamientos térmicos, con el fin de impedir la rápida pérdida de energía calorífica del vapor, lo cual produciría que se formen mayores cantidades de condensado antes de haber sido utilizado en su propósito real.

Básicamente los aislamientos térmicos son materiales que se utilizan con el fin de conservar el calor o controlar la temperatura. La energía en forma de calor tiene un valor monetario, representado en la economía de los combustibles.

Algunos factores que afectan por falta de aislamiento térmico son:

- ◆ Reducción de la eficiencia energética del vapor
- ◆ Mayor consumo de combustible
- ◆ Suministro de vapor de mala calidad a los equipos
- ◆ Equipos operando a su mínima capacidad
- ◆ Condensación excesiva en la red de vapor
- ◆ Pérdida de calor del vapor a través de los medios de conducción, convección y radiación
- ◆ Reducción de la vida útil de la tubería

- ♦ Excesivo golpe de ariete debido a la condensación del vapor
- ♦ Aumento en pérdidas económicas en los equipos y tuberías
- ♦ Tubería altamente peligrosa para el personal de operación y mantenimiento de calderas
- ♦ Corrosión excesiva debido al ambiente que rodea la tubería.
- ♦ Fugas de vapor debido a la corrosión en el sistema.

4.2 Recolección de información

En esta etapa se realizó un arqueo bibliográfico en distintos medios, tanto impresos como digitales (fotografías, experiencia básica de los operadores en el uso de los equipos). Se recolectó información consultando o buscando todo lo referente a los modelos de las maquinas (manuales, libros y guías).

4.3 Análisis de información

Se realizó un análisis de la información obtenida seleccionando y clasificando la importancia del contenido, para luego establecer los servicios de mantenimiento preventivo que requieren los equipos y de esta manera cumplir con los planes y actividades que permitirán ejecutar cada uno de los requerimientos preestablecidos.

4.4 Método TPM

El núcleo del mantenimiento productivo total son las **personas** con **actitud** y **aptitud para trabajar unidas en equipo**. Como individuos aislados se logra “X”, mientras que como equipo se logra “XYZ”.

4.4.1 Mantenimiento Autónomo

Este pilar tiene como objetivo conservar y mejorar las condiciones del equipo directamente por el operador usuario, compartiendo adicionalmente su conocimiento y experiencias.

Es importante señalar que se busca un cambio de mentalidad de los operadores, ellos deben actuar como propietarios del equipo que usan, es su responsabilidad detectar y diagnosticar a tiempo las posibles fallas potenciales previniéndolas y con ello prolongando el ciclo de vida de su equipo. El operario es la persona que conoce su equipo en razón de ser el que pasa más tiempo con él y el más calificado para reconocer cualquier pequeña vibración de su comportamiento normal, con solo estar al pendiente de limpiar, lubricar y revisar logrando evitar:

- Desgastes excesivos por forzamientos y sobrecargas.
- Contaminación del producto por agentes externos o excesos de aceite, grasa u otra sustancia.
- Desplazamiento del equipo por vibraciones excesivas.
- Ruptura de partes por extensiones o aprietes excesivos.
- Fallas estructurales por sobrecalentamiento de equipo por falta de revisión de niveles de refrigerantes o similares.

4.4.2 Mantenimiento Progresivo o Planificado

El objetivo es mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas mediante actividades planeadas y programadas en forma sistemática y metódica.

Es vital la participación del operador, ya que él podrá prevenir y deberá diagnosticar potenciales fallas, indicando con etiquetas en base a la nomenclatura y codificación establecida en la normatividad interna, agilizando la revisión del mecánico y reduciendo el consumo de tiempo para la reparación de la máquina.

4.4.3 Educación y formación

El objetivo de implementar este pilar es el de incrementar las capacidades y habilidades de los miembros de la organización. Obtener instrucción y aprendizaje del personal a través de instructores internos principalmente y externos si es indispensable; de que hacer, como hacerlo, cuando hacerlo, porque hacerlo y para que hacerlo.

El departamento de mantenimiento es el responsable clave del mantenimiento del equipo por averías mayores, urgencias (mantenimiento planificado, el predictivo y el correctivo mayor), enfocándose en medir, restaurar el deterioro y entrenar a los operadores. Debe reconocer que no es un taller de reparaciones restaurando el equipo averiado dejándolo en su condición previa a la avería. Como organización de especialistas, su verdadera tarea es elevar la mantenibilidad, operatividad y seguridad a través de actividades perfiladas para identificar y lograr condiciones óptimas en el equipo. Esto conlleva a una obligación constante de auto capacitarse constantemente y mejorar las condiciones para reducir tiempos de mantenimiento.

Capítulo 5

Propuesta del programa de mantenimiento preventivo

CAPÍTULO 5. PROPUESTA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El programa de mantenimiento lo integran todas las actividades que se desarrollan en la casa de máquinas para conservar en condiciones óptimas de seguridad y operación los equipos e instalaciones como son: válvulas, tuberías, instalaciones eléctricas, tierras físicas, extintores, drenajes, trampas de combustible, monitoreo de fugas y limpieza ecológica, elaborado principalmente en base a los manuales de mantenimiento de los equipos o en su caso a las indicaciones de los fabricantes.

Por seguridad y para evitar riesgos, toda reparación será realizada por personal capacitado; ya sea el personal que trabaja en la institución, o por medio de empresas especializadas, utilizando las herramientas y refacciones adecuadas que garanticen los trabajos de reparación, y atender correctamente y a tiempo cualquier eventualidad.

5.1 Función y objetivos

La función del mantenimiento preventivo es la de dar a conocer sistemáticamente el estado de la máquinas y equipos para programar las acciones que eliminarán las averías que provocan paros, tomando en consideración que los paros necesarios para esta acción provoquen el menor impacto en la producción.

El objetivo básico del mantenimiento preventivo es el de maximizar la capacidad productiva de los equipos y el de minimizar los costos generales de producción y mantenimiento. Los costos generales comprenden: mano de obra y materiales de producción, mano de obra y materiales de mantenimiento, gastos administrativos y pérdidas ocasionadas por fallas de equipo.

La actividad de mantenimiento preventivo comprende cuatro aspectos principales:

- Creación de programas de mantenimiento preventivo

- Programación del trabajo de mantenimiento preventivo
- Ejecución del trabajo de mantenimiento preventivo
- Esfuerzos de ingeniería de mantenimiento, relacionados con mantenimiento preventivo.

La meta de la actividad completa de mantenimiento preventivo puede describirse como la disponibilidad máxima del equipo en condiciones satisfactorias a un costo mínimo.

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

- Limpieza
- Ajustes
- Reparaciones
- Reposición de partes
- Reparaciones completas
- Pintura y acabados
- Inspecciones
- Trabajo menor de mantenimiento generado por inspecciones.

Deben excluirse los siguientes tipos de trabajo de mantenimiento preventivo:

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

En general todo aquel trabajo de mantenimiento preventivo que no está incluido en un programa oficial, debe excluirse de la definición de mantenimiento preventivo.

5.1.1 Importancia del mantenimiento preventivo para calderas

La importancia del mantenimiento preventivo, radica en que un programa de mantenimiento bien planeado evita interrupciones innecesarias o reparaciones costosas.

Entre las ventajas que se logran al implementar un mantenimiento preventivo están:

- Con un adecuado mantenimiento del equipo, este se conserva en condiciones óptimas de trabajo, permitiendo que la producción continúe su función normal sin interrupciones y los niveles de productividad suban considerablemente.
- Las personas que laboran con estos equipos se sentirán más satisfechas y trabajarán con un alto grado de motivación.
- Los equipos no sufrirán un deterioro mayor cuando han sido sometidos continuamente a un mantenimiento preventivo.
- Habrá menos desperdicio de combustible.
- Se podrán establecer índices para los costos de mantenimiento.

5.1.2 Bitácora

Para el seguimiento del programa de mantenimiento es obligatorio contar con una bitácora foliada. En la bitácora se registrarán por escrito de forma continua, a detalle y por fechas, las actividades relacionadas con los equipos e instalaciones, así como la propia operación, mantenimiento, supervisión y servicios que correspondan con los equipos con la casa de máquinas.

Los registros en la bitácora serán redactados con claridad, precisión, sin omisiones ni tachaduras y en caso de requerirse alguna corrección, ésta será a través de un nuevo registro, sin eliminar la hoja y sin borrar ni tachar el registro previo.

La bitácora permanecerá en todo momento en la casa de máquinas, en un lugar de fácil acceso al personal autorizado.

5.2 Codificación de máquinas y equipos

La codificación tiene como objetivo establecer un código para las máquinas y equipos de la planta de producción que permita identificar a cada uno de los equipos de acuerdo a las diferentes áreas y características de los mismos.

El código correspondiente de cada equipo está constituido por un sistema alfanumérico, el cual está compuesto por el código del área de trabajo y la clase de la máquina o equipo, con su correspondiente número consecutivo. Para más detalles ver la figura 5.1.

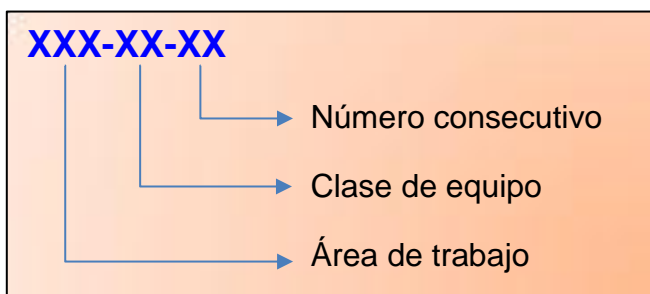


Figura 5.1. Estructura del código de equipos.

5.2.1 Código de área de trabajo.

El código de área de trabajo está conformado por tres letras, que son la primera y las dos letras más significativas del nombre del área. EL área de trabajo en el que se encuentran los equipos es la casa de máquinas. Por tanto, el código es CMQ.

5.2.2 Clase de equipo.

El código de la clase de equipo está conformado por la primera letra del nombre de la máquina o equipo y seguido por la primera consonante. En el caso de que dos nombres de equipos coincidan con la codificación, se cambia la segunda letra del código de uno de los equipos, por la siguiente consonante del mismo nombre. Para

las máquinas o equipos que estén conformados por dos palabras, el código se forma por la primera letra de cada palabra.

5.2.3 Número Consecutivo.

Se refiere al número consecutivo para una misma clase de máquinas o equipos.

A continuación se presenta la tabla 5.1 que muestra la codificación completa.

Tabla 5.1. Codificación de máquinas y equipos.

Código máquina	Descripción	Serie	Marca	Modelo	Observaciones
CMQ-GV-01	Generador de vapor	20365	CLAYTON	EO 30	
CMQ-GV-02	Generador de vapor	20369	CLAYTON	EO 30	
CMQ-AC-01	Tanque para Agua Caliente				
CMQ-TN-01	Tanque de gas o diésel	20423	SATEÑA	TVCSAT	Tanque de diésel 1000 l
CMQ-TN-02	Tanque de gas o diésel	20425	SATEÑA	TVCSAT	Diésel 240 l
CMQ-TN-03	Tanque de gas o diésel	20431	SATEÑA	TVCSAT	Hidroneumático 175 l
CMQ-TN-04	Tanque de gas o diésel	20424	SATEÑA	TVCSAT	Tanque de Condensados 500 l
CMQ-TN-05	Tanque de gas o diésel	20429	SATEÑA	TVCSAT	Tanque Hidroneumático 3000 l
CMQ-TN-06	Tanque de gas o diésel	S/S	S/M	S/M	Combustible 500 l
CMQ-TN-07	Tanque de gas o diésel	S/S	S/M	S/M	Diésel 150 l
CMQ-TN-08	Tanque de gas o diésel	S/S	S/M	S/M	Tanque de salmuera
CMQ-TN-09	Tanque de gas o diésel	S/S	S/M	S/M	Tanque de salmuera
CMQ-TN-10	Tanque de gas o diésel	S/S	S/M	S/M	Diésel 150 l
CMQ-TN-11	Tanque de gas o diésel	S/S	S/M	S/M	Diésel 150 l
CMQ-CG-01	Cilindro de gas	S/S	S/M	S/M	Cilindro para salmuera
CMQ-CG-02	Cilindro de gas	S/S	S/M	S/M	Cilindro para salmuera
CMQ-CM-01	Compresora	S/S	S/M	S/M	De 3 cabezas
CMQ-CM-02	Compresora	S/S	S/M	S/M	Del tanque de hidroneumático
CMQ-CM-03	Compresora	S/S	S/M	S/M	De 3 cabezas

CMQ-CM-04	Compresora	S/S	S/M	S/M	De 3 cabezas
CMQ-CM-05	Compresora	H1/21/2005/28193 78/76	POWEREX	S/M	Compresor medicinal
CMQ-CM-06	Compresora	H/3/11/2004/2536 897/02	POWEREX	S/M	Compresor medicinal
CMQ-BA-01	Bomba para agua	N0314922N280	FIDE/SIEMENS	S/M	Bomba de agua
CMQ-BA-02	Bomba para agua	N0314922N189	FIDE/SIEMENS	S/M	Bomba de agua
CMQ-BA-03	Bomba para agua	N0314922N350	FIDE/SIEMENS	S/M	Bomba de agua

5.3 Información técnica de equipos

La información técnica de los generadores se recogió en el formato ficha técnica, que fue diseñada de acuerdo a las características de operación de cada máquina y equipo. En el anexo C se describen las fichas técnicas de los equipos en el proceso de generación.

5.4 Guía de rutinas de mantenimiento preventivo de los generadores

Con el objeto de llevar un mejor control deberá incluir en un libro de anotaciones, un informe de rutina en el cual debe mencionar: el tipo de rutina marcando con una X el cuadro que corresponda (Diaria, Semanal, Mensual, Trimestral, Semestral y Anual), una descripción breve de la rutina (cambios y observaciones, material utilizado), por último el tiempo que utilizó para realizarla en minutos, el turno (Matutino, Vespertino o Nocturno) la fecha correspondiente y el nombre y firma del encargado. La tabla 5.2 muestra este tipo de informe.

Tabla 5.2 Informe de rutinas.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO			
Rutinas de mantenimiento		Diaria <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/>	Trimestral <input type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Anual <input type="checkbox"/>
Descripción de actividades			
Fecha:	Tiempo utilizado:	Turno: Matutino <input type="checkbox"/> Vespertino <input type="checkbox"/> Nocturno <input type="checkbox"/>	
Realizó:		Supervisó:	
_____ Nombre y firma		_____ Nombre y firma	

A continuación se mencionan las rutinas a realizarse señaladas en su respectiva frecuencia. Para la correcta realización de las actividades revisar el apartado 5.6 Manual de procedimientos para el mantenimiento preventivo.

5.4.1 Servicio diario

- Drenar Filtro de combustible de hojas.
- Tomar lectura de los manómetros de presión de vapor, de alimentación al generador, trampa de vapor y Combustible.
- Efectuar Prueba de dureza del agua del suavizador y registrar el dato en la bitácora.
- Tomar una muestra de agua de la bomba de agua de alimentación al Generador y medir: la dureza del agua, el valor de pH, cantidad de sólidos disueltos totales, y cantidad de sulfitos residuales. Anotar los valores obtenidos en la bitácora de operación.

- Agregar al tanque de reactivos, la cantidad calculada de compuesto químico (oxiclay y policlay).
- Realizar la purga y deshollinado.

5.4.2 Servicio Semanal

- Limpieza del quemador.
- Funcionamiento de la válvula de purga automática.

5.4.3 Servicio Quincenal

- Regenerado del suavizador de agua.
- Prueba del control de flama (ESC).
- Limpieza del filtro de agua.
- Limpieza del rotor del ventilador.
- Limpieza de la válvula de purga automática.
- Prueba de la válvula de seguridad.
- Corregir las fugas que se observen.
- Limpieza general del equipo.
- Verificar la operación automática (realizar cambio de Fuego Bajo y Fuego Alto y Viceversa).
- Revise el estado de las válvulas solenoides y dispositivos eléctricos en general.

5.4.4 Servicio Mensual

- Verificar presión de la voluta del quemador.
- Interruptor del nivel de aceite de la bomba de agua (PLS).
- Temperatura de la chimenea.
- Limpiar y rectificar el disco de válvula de retención de la bomba de agua.
- Verificar Válvula de alivio.
- Revisar bandas y poleas.
- Detección de incrustación.

5.4.5 Servicio Anual

- Drene el aceite de la bomba de agua y repóngalo por aceite nuevo.
- Cambie resortes discos y asientos de los cabezales de las válvulas de admisión y descarga de la bomba.
- Cambie asiento disco y resorte de la válvula de contrapresión de la unidad de calentamiento.
- Cambie diafragmas de la bomba de agua.
- Cambie los platos y resortes de retorno del diafragma de la bomba.
- Desarme y limpie el interior de la trampa de vapor.
- Agregue aceite o grasa a todos los mecanismos del equipo que estén sujetos a lubricación periódica.

Mantener limpio y presentable el generador de vapor y no permitir fugas de agua, aceite, combustible, vapor o condensado. Además de mantener limpia y ordenada el área del cuarto de máquinas. Recordar siempre que esto habla bien del personal y de la empresa.

La programación de las operaciones necesarias, para poder llevar a cabo el mantenimiento preventivo de los generadores, se describe a continuación. La tabla de programación (ver tabla 5.3) está dividida en semanas y estos a su vez en días, marcando en la casilla que corresponda, la programación periódica de mantenimiento que se debe aplicar a los equipos Clayton.

“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ÁREA DE CALDERAS DEL HOSPITAL GENERAL “DR RAFAEL PASCACIO GAMBOA”

Tabla 5.3. Programación del mantenimiento preventivo.

I. SERVICIO DIARIO		SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3										
No.	ACTIVIDAD	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D				
1.	Drenar filtro de combustible de hojas.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
2.	Tomar lectura de los manómetros de presión de vapor, de alimentación al generador, trampa de vapor y Combustible.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
3.	Prueba de dureza del agua del suavizador. Registrar el dato en la bitácora.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
4.	Tomar muestra de agua de la bomba de alimentación al generador.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
5.	Agregar al tanque de reactivos, la cantidad calculada de compuesto químico.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
6.	Purgar y deshollinar. Anotar en la Bitácora.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
II. SERVICIO SEMANAL		SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3										
No.	ACTIVIDAD	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D				
1.	Limpieza del quemador.	✓							✓							✓										
2.	Funcionamiento de la válvula de purga automática.	✓							✓							✓										
III. SERVICIO QUINCENAL		SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3										
No.	ACTIVIDAD	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D				
1.	Regenerado del suavizador de agua.	✓														✓										
2.	Prueba del control de flama (ESC).	✓														✓										
3.	Limpieza del filtro de agua.	✓														✓										
4.	Limpieza del rotor del ventilador.	✓														✓										
5.	Limpieza de la válvula de purga automática.	✓														✓										
6.	Prueba de la válvula de seguridad.	✓														✓										
7.	Corregir las fugas que se observen.	✓														✓										
8.	Limpieza general del equipo.	✓														✓										
9.	Verifique la operación automática (Cambio de Fuego Bajo y Fuego Alto y Viceversa).	✓														✓										
10.	Revise el estado de las válvulas solenoides y dispositivos eléctricos en general.	✓														✓										
IV. SERVICIO MENSUAL		MES																								
No.	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1.	Presión de la voluta del quemador.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.	Interruptor del nivel de aceite de la bomba de agua (PLS).	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.	Temperatura de la chimenea.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.	Limpiar y rectificar el disco de válvula de retención de la bomba de agua.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5.	Válvula de alivio.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6.	Revise bandas y poleas.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7.	Detección de incrustación.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
V. SERVICIO ANUAL		MES																								
No.	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1.	Drene el aceite de la bomba de agua y repóngalo por aceite nuevo.	✓												✓												✓
2.	Cambie resortes discos y asientos de los cabezales de las válvulas de admisión y descarga de la bomba.	✓												✓												✓
3.	Cambie asiento disco y resorte de la válvula de contrapresión de la unidad de calentamiento.	✓												✓												✓
4.	Cambie diafragmas de la bomba de agua.	✓												✓												✓
5.	Cambie los platos y resortes de retorno del diafragma de la bomba.	✓												✓												✓
6.	Desarme y limpie el interior de la trampa de vapor.	✓												✓												✓
7.	Agregue aceite o grasa a todos los mecanismos del equipo que estén sujetos a lubricación periódica.	✓												✓												✓

5.5 Guía de rutinas de mantenimiento preventivo de la red de distribución

El mantenimiento de la red de distribución de vapor estará a cargo de un plomero, debidamente supervisado por el Jefe de Mantenimiento.

5.5.1 Mantenimiento diario

- Toda la red de distribución de vapor debe ser revisada diariamente para determinar si hay pérdidas en uniones, codos, válvulas, etc. Reportar las fallas al Departamento de Mantenimiento para proceder a efectuar cualquier reparación que sea necesaria.
- Revisar las juntas de expansión ajustando los topes de sujeción y la prensa estopas en los casos necesarios.
- Revisar el aislante térmico por desprendimiento, erosión, etc.
- Inspeccionar las válvulas de control para determinar si operan en condiciones satisfactorias.
- Inspeccionar el funcionamiento correcto de las trampas de vapor.

5.5.2 Mantenimiento mensual

Realícense todas las operaciones del mantenimiento diario, y en adición efectúense las siguientes:

- Inspeccionar el estado de los anclajes y soportes del sistema de tubería.
- Determinar si existe vibración en las tuberías. Aun el menor temblor puede convertirse en algo serio si no se remedia de inmediato. Reporte cualquier problema de vibración tan pronto como sea posible para tomar las medidas correctivas correspondientes.
- Los ganchos o soportes doblados o desprendidos causan drenajes inapropiados y deformación de las juntas y pueden finalmente causar escapes. Cualquier defecto debe reportarse y corregirse los desalineamientos cuando ellos existan. Asegurarse que cada gancho está montado adecuadamente para soportar la tubería.
- Limpiar la superficie exterior de las tuberías de tal forma que los escapes y los desperfectos del forro aislante puedan ser fácilmente vistos y reparados. Pinte de acuerdo al código de colores disponible cuando sea necesario.
- Repare cualquier rotura o grieta que tenga el forro aislante.

- Comprobar todos los equipos que trabajan con vapor por su buen funcionamiento.
- Revisar los tanques de condensado y sus accesorios.
- Chequear las tuberías de entrada y salida a las válvulas y asegurarse que no ocasionan deformación en el cuerpo de la válvula.
- Limpiar los filtros de toda la instalación.

5.5.3 Mantenimiento trimestral

Realícense todas las operaciones correspondientes al mantenimiento mensual y en adición efectúense las siguientes:

Chequear todas las válvulas del sistema de distribución para asegurarse de que están en condiciones adecuadas de trabajo. Si presentan alguna anomalía repórtela y repárela lo más pronto posible. Examine la tubería de alimentación y de descarga y asegúrese que éstas no producen deformaciones en el cuerpo de la válvula. Para inspeccionar las válvulas sígase el procedimiento que se describe en la sección 5.4.

5.5.4 Mantenimiento anual

Además de las operaciones de mantenimiento diario, mensual y trimestral. Procédase a ejecutar las siguientes:

- Desmontar las trampas de vapor para asegurarse de que todos sus elementos funcionan en condiciones adecuadas. Limpiar y reemplazar cualquier parte que sea necesaria.
- Revisar y ajustar todos los manómetros de la instalación.
- Quitar la tapa de las válvulas de retención, inspeccionar la bisagra y el buje por si tiene movimiento libre o desgaste excesivo. Quitar cualquier suciedad o materia extraña alojada en la válvula; repare o reemplace las partes dañadas.
- Cambiar las empaquetaduras de las juntas de expansión.

- Inspeccionar todas las válvulas del sistema de distribución para asegurarse que funcionan en condiciones adecuadas y efectuar cualquier reparación que sea necesaria. En cada caso síganse las instrucciones del fabricante.
- Inspeccionar y probar las válvulas de seguridad.

Capítulo 6

Programa de capacitación al personal de operación y mantenimiento del generador

CAPÍTULO 6. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS GENERADORES DE VAPOR

6.1 Función

Clayton de México a través de su centro de capacitación fomenta el adiestramiento de los operadores del generador de vapor y/o agua caliente Clayton, con el firme propósito de que cada generador cuente con un operador competente que garantice la operación óptima de su generador, y lo mantenga siempre en las mejores condiciones de servicio.

Sin embargo, un factor determinante para alcanzar este fin depende de la responsabilidad del operador. Y es que desafortunadamente, ésta es la única cualidad que ni este curso ni cualquier otro de su tipo pueden despertar en el individuo de tal suerte que este curso nunca podrá, lograr los objetivos para los que fue creado, si la persona que lo toma no está consciente de la importancia de su generador dentro de su empresa.

Este apartado trata sobre los principios básicos que el operario debe conocer con el fin de garantizar la eficiente operación, conservación y el máximo rendimiento de los generadores de vapor.

6.2 Objeto de aplicación

Los objetivos curriculares son:

- Crear las bases para la implementación de la programación del mantenimiento preventivo.
- Homogenizar los conocimientos técnicos de los operarios de casa de máquinas.
- Formar responsabilidad y criterio técnico en el personal de mantenimiento.

6.3 Temas a desarrollar

El currículum planificado ha sido elaborado en base a las necesidades existentes en el hospital y se divide en cuatro aspectos:

- Conceptos teóricos.
- Componentes básicos de un generador Clayton.
- Flujo de agua y vapor.
- Tratamiento del agua de alimentación.
- Sistema de combustión.
- Seguridad en el área de calderas.

6.4 Conceptos teóricos

6.4.1 Generador de vapor

Para poder generar vapor a una escala mayor, es necesario contar con un sistema que sea capaz de almacenar el agua que se ha de transformar en vapor, una fuente de calor que pueda elevar su temperatura hasta su punto de evaporación, una superficie metálica que pueda transferir el calor al agua y una zona destinada al almacenamiento del vapor generado; todo al mismo tiempo, de tal forma que se den las condiciones similares al caso del recipiente con agua que fue descrito.

A estos sistemas se les conoce con el nombre de generadores de vapor, conocidos comúnmente con el nombre de calderas, los cuales podemos definir de la siguiente forma:

Se entiende por generador de vapor a aquella máquina que transforma el agua en vapor aprovechando el calor generado por la combustión de un combustible, a través de un intercambio de energía (la temperatura no se intercambia, el resultado de un estado de energía), teniendo como característica principal ser un recipiente cerrado sujeto a una presión mayor que la atmosférica.

6.4.2 Generadores de vapor acuotubulares

Los generadores comprendidos en este grupo tienen la circulación del agua en el interior de una serie de tubos, mientras que la circulación del calor utilizado para calentar los tubos se realiza por la parte externa alrededor de los tubos. De esta forma, el agua contenida dentro de los tubos comienza a elevar su temperatura hasta el punto de evaporarse.

El generador de vapor **Clayton** cae dentro de este tipo de generadores (tubos de agua).

6.4.3 Utilización del vapor

El vapor es utilizado en miles de industrias, sin él no sería posible generar la energía eléctrica que consumimos, ni tampoco la preparación de medicamentos y productos alimenticios y de uso común, pero cabe hacerse la siguiente pregunta ¿por qué es tan extenso su uso en la actualidad?, y otra ¿por qué no utilizar otro medio de energía?, la respuesta es sencilla:

Se utiliza vapor simplemente porque existen tres necesidades fundamentales a la vez:

- Existe una necesidad de calor en el mismo proceso y el vapor es la forma más económica de realizarlo.
- El vapor puede controlarse cómoda y fácilmente por su naturaleza de circulación, debido a que este pasa de una zona de alta presión a una de menor presión sin necesidad de otro elemento.
- El vapor es fácil de producir ya que se obtiene del agua y además puede ser reutilizable.

Debido a estas cualidades, se pueden encontrar cinco aplicaciones generales del vapor a nivel Industrial, las cuales se muestran en la tabla 6.1. Cada una de estas aplicaciones tiene un elemento final de consumo de vapor para poder utilizarlo en los

procesos, siendo los más utilizados: Serpentes, Marmitas, Autoclaves, Intercambiadores de Calor, Boquillas de Inyección y muchas aplicaciones más.

Tabla 6.1. Aplicaciones generales del vapor.

Aplicación	Ejemplos
Calentamiento	Se puede utilizar vapor para calentar agua, soluciones químicas, aceites, etc.
Cocción	Se utiliza para cocer alimentos, en general, tales como: jaiba, pastas, embutidos, etc.
Evaporación	Utilizado para evaporar soluciones químicas, esterilizado de material quirúrgico, etc.
Secado	Utilizado para secar telas y tintas, así como para calefacción en aire acondicionado y procesos de humidificación.
Procesos conformado de	Utilizado para el curado de concreto y modelado de Asientos para vehículos.
Movimiento	Como el utilizado para mover turbinas en CFE y barcos en sectores navales.

Analicemos la tercera característica del vapor. Después de utilizar vapor en el proceso éste pierde calor y se vuelve a transformar en agua a una alta temperatura, la cual se llama condensado, esta agua puede ser reutilizada para volverla a transformar en vapor, lo cual dependerá directamente del sistema de vapor al que se aplique.

6.4.4 Sistemas de vapor

Cada una de las aplicaciones comentadas anteriormente sólo son posibles de obtener al contar con todo un sistema de vapor que además de tener el generador de vapor tienen un tanque de almacenamiento del agua utilizado (conocido como tanque de condensados) y un elemento final de consumo de vapor. Se distinguen dos sistemas de vapor utilizados a nivel industrial, estos sistemas se describen a continuación.

■ Sistema de vapor con retorno de condensados

En estos sistemas, el agua almacenada en el tanque entra al Generador en donde se transforma en vapor, éste llega hasta el elemento final de consumo de vapor (ver figura 6.1), el cual, puede ser un Intercambiador de Calor, un Serpentín, una Marmita o un Autoclave, es ahí donde el vapor entra a este elemento y no tiene contacto directo con el proceso aplicado, de tal forma que no se presenta ninguna mezcla del vapor con el proceso y el condensado obtenido puede ser recirculado al tanque sin ningún problema. Este condensado se regresa en forma automática con la ayuda de una válvula automática llamada Trampa de Vapor.

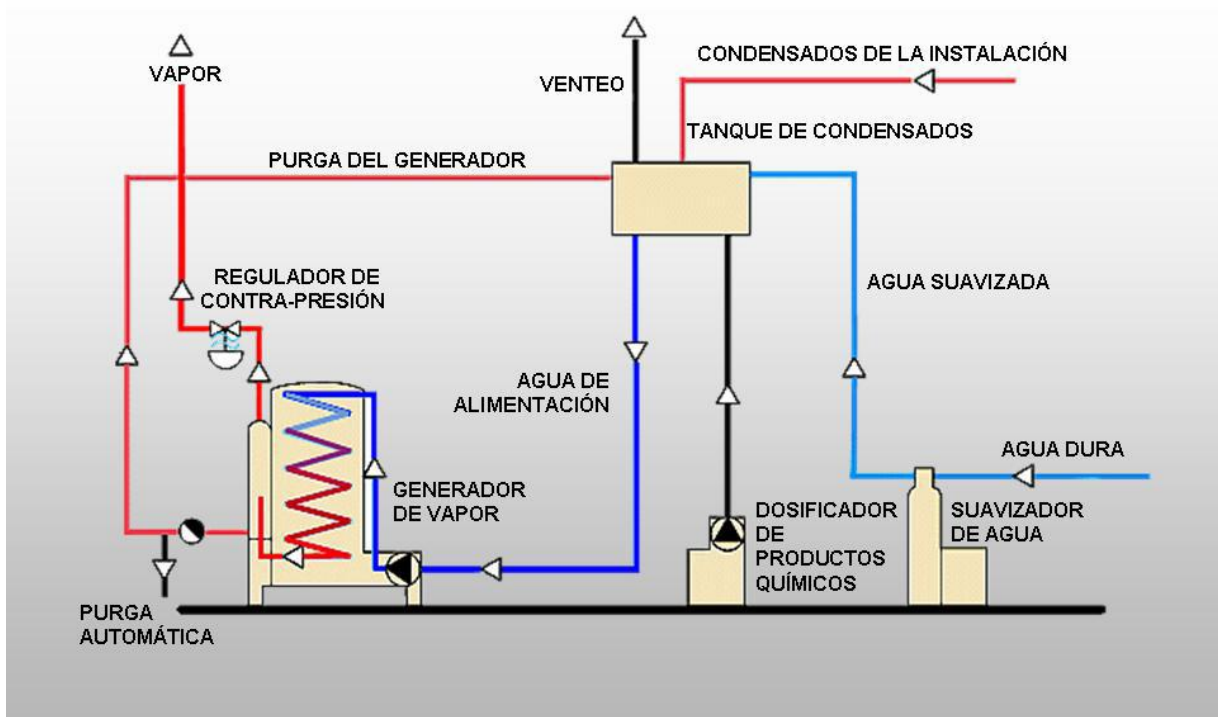


Figura 6.1. Sistema de vapor con retorno de condensado.

■ Sistema de vapor sin retorno de condensado

En estos sistemas, el agua almacenada entra al generador para transformarse en vapor y de ahí se aplica, por medio de boquillas de aspersión o válvulas de paso controladas por reguladores de presión o temperatura, a un proceso en donde hay

una mezcla total con éste. El vapor ya condensado no puede ser reutilizado, por lo que se deshecha al drenaje.

6.4.5 Capacidad de un generador de vapor Clayton

Un generador de vapor Clayton, al igual que cualquier otro tipo de generador, debe medir su capacidad bajo un estándar, para poder ser comparado con uno similar y de ahí obtener las diferencias en términos de diseño y funcionalidad. El estándar internacional para medir la capacidad de un generador de vapor es el **Caballo Caldera**, el cual se define de la siguiente forma:

Un Caballo Caldera es la evaporación equivalente de 15.65 kg/h (kilogramos/hora) de vapor que tiene una temperatura de 100°C a presión atmosférica y que es alimentado con agua a una temperatura de 100°C. Esta generación equivalente de vapor indica, que por cada caballo caldera se generan 15.65 kg/h de vapor a presión atmosférica.

Otra definición del Caballo Caldera nos dice que cuando aprovechamos el calor latente de estos 15.65 Kg/h de vapor es posible obtener **8,435.7 kcal/h (kilocalorías/hora)** de calor aprovechable del vapor a un proceso. Por tanto el equivalente de energía disponible por Caballo Caldera es 8,435.7 kcal/h.

De lo anterior se puede expresar la capacidad de un generador de vapor en Caballos Caldera por medio de su equivalencia en kg/h, o en kcal/h. Así, un generador de vapor que tenga una capacidad de 100 Caballos Caldera, será capaz de generar 1,565 kg/h de vapor equivalentes o suministrar 843.570 kcal/h.

6.4.6 Descripción del modelo de un generador Clayton

Todos los generadores Clayton cuentan con un modelo que los identifica en tipo de combustible utilizado, capacidad, presión de trabajo y ventajas en términos de economía y eficiencia. Veamos unos ejemplos:

Un Generador cuyo modelo es: **EG-60-1**

E. Significa que es una máquina eficiente y económica en consumo de combustible.

G. Utiliza combustible gas.

60. Capacidad del generador expresado en Caballos Caldera.

1. Presión de operación 7 kg/cm^2 (100 lb/plug^2).

Un Generador cuyo modelo es: **EO-30-1**

E. Significa que es una máquina eficiente y económica en consumo de combustible.

O. Utiliza combustible Diésel.

30. Capacidad de 30 Caballos Caldera.

1. Presión de operación 7 kg/cm^2 (100 lb/plug^2)

Un Generador cuyo modelo es: **EOG-100-3.**

A diferencia de los modelos anteriores este generador puede trabajar con combustible diésel o con combustible gas, lo único que hay que hacer es seleccionar el tipo de combustible en el tablero de control y montar el quemador y sus componentes necesarios para funcionar con el combustible seleccionado. Genera 100 Caballos Caldera.

3. Presión de operación 21 Kg/cm^2 (300 lb/plug^2).

6.5 Componentes básicos de los generadores Clayton

6.5.1 Unidad de Calentamiento (serpentín)

La función principal de la unidad de calentamiento es la de permitir que circule un flujo de agua de forma controlada en su interior, misma que se transformará en vapor. Además de ser la superficie de calefacción para este propósito. Se podría decir que esta unidad es el alma del generador de vapor.

La unidad de calentamiento consiste de un tubo continuo (principio monotubular) de acero al carbón sin costura cedula 40, rolado en forma de espiral (ver figura 6.2), que se ensambla en dos partes fundamentales; cada una de ellas con diámetros

calibrados de menor a mayor incrementando así su diámetro interior, a fin de permitir la expansión del agua conforme se convierte en vapor.



Figura 6.2. Corte seccional de la unidad de calentamiento.

La sección superior se construye con tubos rolados en frío y con una separación específica (ver figura 6.3). Esta separación dependerá del número de “pancake” que se esté rolado en ese momento, ya que esta puede variar de acuerdo a la posición del mismo dentro de la unidad de calentamiento. El ensamble de las espirales que conforman la sección generadora, se dispone de forma tal, que la separación entre cada vuelta de tubo quedan alternadas con respecto a la siguiente (traslapadas). Esta disposición cambiará y dirigirá la trayectoria de los gases de combustión, provocando que estos asciendan serpenteando a lo largo y ancho de la unidad, con el fin de incrementar considerablemente su capacidad de transferencia de calor. En el centro y entre cada par de espirales, se coloca cemento refractario (baffle), para evitar la fuga de calor por esta área. Además de ayudar a dirigir el calor por los espacios de entre cada una de las espirales.



Figura 6.3. Sección superior rolada de una unidad de calentamiento.

La sección inferior de la unidad, consiste en un tubo rolado en forma helicoidal sin separaciones entre cada vuelta de tubo. Está sección también llamada “Pared de Agua”, formará el espacio necesario que conformara la cámara de combustión, que es el lugar en donde se alojara la flama del quemador. Alrededor de esta pared de tubo se monta una cubierta metálica de acero (banda térmica), que impide fugas de calor.

Los accesorios de la unidad de calentamiento son:

- **Tapa Interior.** Esta tapa, está aislada con material refractario y se coloca en la parte superior del serpentín, sirve para conducir los gases de combustión hacia la chimenea. Sin que la cubierta superior (exterior) cambie su apariencia física por la exposición a las altas temperaturas de los gases.
- **Cubierta Superior.** Es la cubierta metálica de presentación de la unidad y lleva montado un adaptador para colocar la chimenea.
- **Dispositivo de Seguridad por falta de agua (WFTC).** Para evitar un exceso de calentamiento originado por una falta de agua en la unidad, esta cuenta con un dispositivo de seguridad electrónico que desconecta eléctricamente el control de flama, apagando el

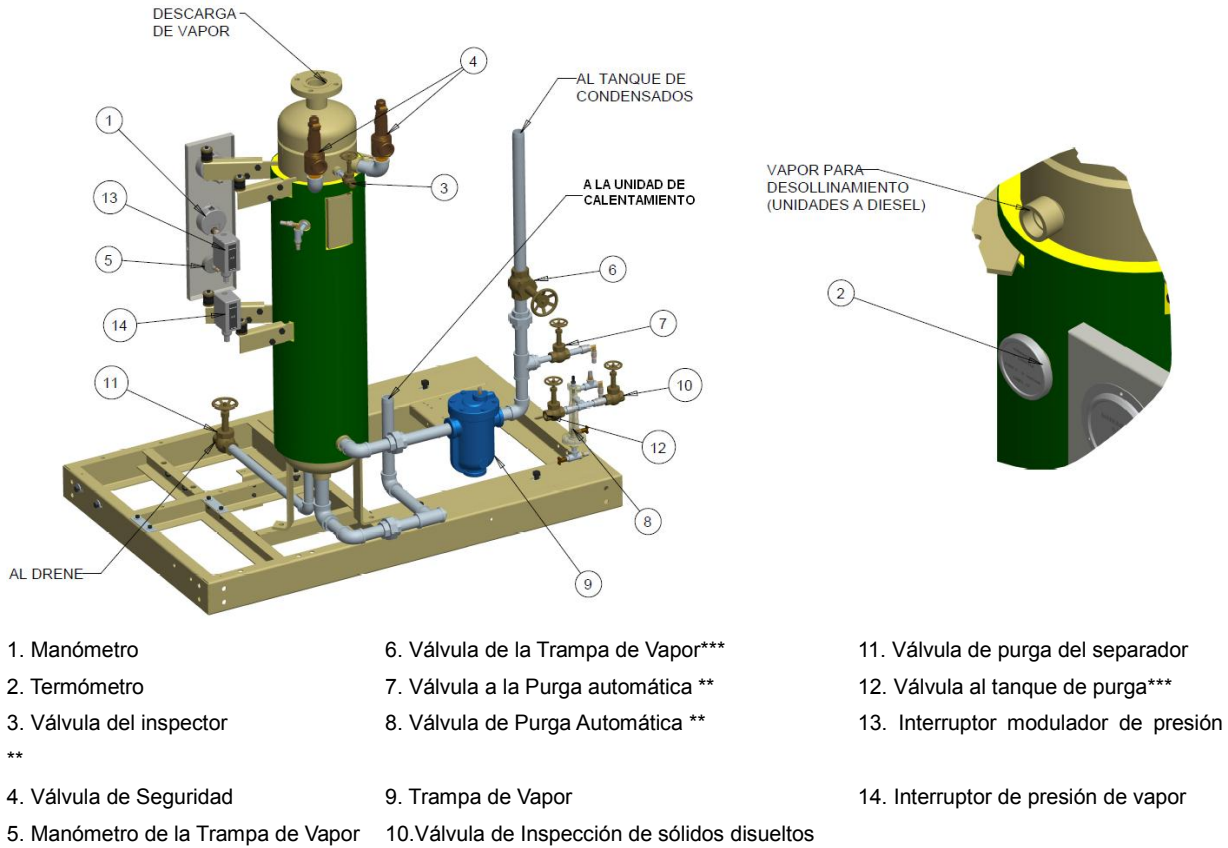
quemador ya que al detectar un incremento de temperatura en la unidad de calentamiento a través de un termopar tipo J. Existe una condición insegura de operación.

- **Cinturón Termostático.** Existe otro método de tipo mecánico conocido como cinturón termostático que cumple la misma función y utiliza como principio la dilatación de los metales al ser expuestos a una fuente de calor. Ante la falta de agua este fenómeno mecánico surgirá activando un micro interruptor abriendo su contacto normalmente cerrado, desactivando eléctricamente el control de flama apagando el quemador (seguridad). Su utilización depende del año de fabricación ya que este sistema se dejó de aplicar en los noventas.

6.5.2 Separador de vapor

La función principal del separador de vapor es la de separar el agua de sobre flujo (20 %) de forma mecánica mediante una boquilla separadora que, consiste en una hélice fija. Al chocar la emulsión de agua vapor contra la hélice se origina un movimiento centrífugo (giro) mediante el cual, las partículas de agua del sobre flujo, al ser más pesadas que el vapor se separan y chocan contra la pared interna del domo del separador precipitándose por gravedad al fondo del mismo. El agua separada se desaloja mediante una trampa de vapor de cubeta invertida y se regresa al tanque de condensados para repetir el proceso.

En la figura 6.4 se aprecian los accesorios de un separador de vapor. La ilustración es una referencia general, algunos accesorios están disponibles sólo en algunos modelos.



- | | | |
|------------------------------------|--|--------------------------------------|
| 1. Manómetro | 6. Válvula de la Trampa de Vapor*** | 11. Válvula de purga del separador |
| 2. Termómetro | 7. Válvula a la Purga automática ** | 12. Válvula al tanque de purga*** |
| 3. Válvula del inspector | 8. Válvula de Purga Automática ** | 13. Interruptor modulador de presión |
| ** | | |
| 4. Válvula de Seguridad | 9. Trampa de Vapor | 14. Interruptor de presión de vapor |
| 5. Manómetro de la Trampa de Vapor | 10. Válvula de Inspección de sólidos disueltos | |

*Sólo Unidades a Diésel.

** Generadores Mayores a 60 CC.

*** Suministrada por el Cliente (sólo para sistemas integrales de Vapor)

Figura 6.4. Accesorios típicos de un separador de vapor.

Un termómetro montado en el domo del separador indica la temperatura de vapor. Bajo condiciones normales de operación la temperatura indicada deberá de estar cerca de la temperatura de saturación de vapor. (170°C ver tabla 6.2 Presión-Temperatura).

Tabla 6.2. Presión-Temperatura del vapor de agua.

PRESIÓN MANOMÉTRICA		TEMPERATURA		PRESIÓN MANOMÉTRICA		TEMPERATURA		PRESIÓN MANOMÉTRICA		TEMPERATURA	
PSIG	kg/cm ²	°F	°C	PSIG	kg/cm ²	°F	°C	PSIG	kg/cm ²	°F	°C
5	0.35	228	109	170	11.95	375	190	320	22.49	428	220
10	0.7	240	115	180	12.45	380	193	330	23.19	431	222
15	1.05	250	121	190	13.36	384	195	340	23.9	433	223
60	4.22	308	153	200	14.06	388	197	350	24.6	436	224
65	4.57	312	156	210	14.76	392	200	360	25.3	438	226
70	4.92	316	158	220	15.46	396	202	370	26.01	441	227
80	5.62	324	162	230	16.16	399	204	380	26.71	443	228
90	6.37	331	167	240	16.87	403	206	390	27.41	445	229
100	7.03	338	170	250	17.57	406	208	400	28.12	448	231
110	7.73	344	173	260	18.27	409	209	410	28.82	450	234
120	8.45	350	177	270	18.98	413	212	420	29.52	453	236
130	9.14	356	180	280	19.68	416	213	440	30.93	457	237
140	9.84	361	183	290	20.38	419	215	460	32.33	462	239
150	10.55	366	185	300	21.09	422	217	480	33.74	466	241
160	11.25	370	187	310	21.79	425	218	500	35.15	470	243

6.5.3 Trampa de vapor

La trampa de vapor retorna el agua de sobre flujo del Separador hacia el tanque de Condensados. Ciclos de trampeo proporcionales en tiempo de apertura y cierre son necesario para asegurar que un volumen suficiente de agua de alimentación (sobre flujo) este circulando por la unidad de Calentamiento para generar un arrastre y poder controlar los sólidos disueltos mediante una válvula de purga automática o TDS (control de solidos disueltos totales) y mantener una concentración de entre 2500 y 3500 ppm en el tanque de Condensados aun y cuando este parámetro nos permite un máximo de 6000 ppm.

Los ciclos de trampeo depende de las condiciones de operación: La presión del vapor, la temperatura del agua de alimentación, las condiciones de la bomba de agua y el porcentaje de fuego al que se encuentre trabajando el equipo en ese momento. (Fuego bajo o Fuego alto).

Un manómetro indica cuando la trampa está abierta o cerrada. El aumento de presión en el manómetro indica que la trampa está descargando (abierta) Cuando la presión disminuye indica que la trampa está cerrada. Si la trampa de vapor no está

abriendo y cerrando en lapsos de tiempo proporcionales, esto podría ser indicio de que han cambiado alguna de las variables antes mencionadas.

En el arranque inicial del generador de vapor y después de establecer la cantidad de aire y combustible correctos, se deberá registrar la temperatura de operación y la duración de los ciclos de trampeo. Estos datos nos servirán de referencia y deberán revisarse regularmente para asegurar condiciones de operación normal en el equipo.

Si el generador de vapor se instala con un sistema abierto (tanque de condensado) en donde la temperatura del agua de alimentación es de 85 a 92 °C, la trampa de vapor deberá estar abierta aproximadamente de treinta a cuarenta (30 a 40) segundos (acumulados) de cada minuto en operación a fuego alto (100% de capacidad), operando a fuego bajo (50% de capacidad), la trampa de vapor deberá permanecer abierta de seis a ocho (6 a 8) segundos.

Revisando y registrando la operación de la Trampa de Vapor bajo condiciones normales de operación, es fácil determinar si algún componente, no estuviera funcionando adecuadamente comparando el cambio en el tiempo en que la trampa permanece abierta. Y este no deberá ser menos de 14 minutos de cada hora a fuego alto o cuarenta (40) minutos de cada hora a fuego bajo (acumulado) bajo ninguna circunstancia.

6.5.4 Bomba de agua

La bomba de agua es un diseño de manufactura (ver figura 6.5) especialmente desarrollado para proveer un volumen fijo a través de la unidad de calentamiento, con un flujo agua controlada y con esto garantizar que la unidad de calentamiento tenga un caudal adecuado, bajo las condiciones de carga y presión requeridas en todo momento.

Está trabaja mediante un motor eléctrico acoplado por un sistema de bandas y poleas y está dividida en dos secciones que alimentan a la unidad de calentamiento de acuerdo a la demanda de vapor.

Cuando el generador de vapor opera a media capacidad (fuego bajo), el agua se deriva a través de una válvula solenoide instalada en uno de los cabezales de la bomba ya que esta se abre derivando el 50% del flujo de agua para trabajar a fuego bajo. Cuando el generador trabaja a toda su capacidad (Fuego alto), la solenoide se cierra y la bomba de agua opera con sus dos secciones para mantener el 100% del volumen de agua para mantener la operación del generador a plena carga.

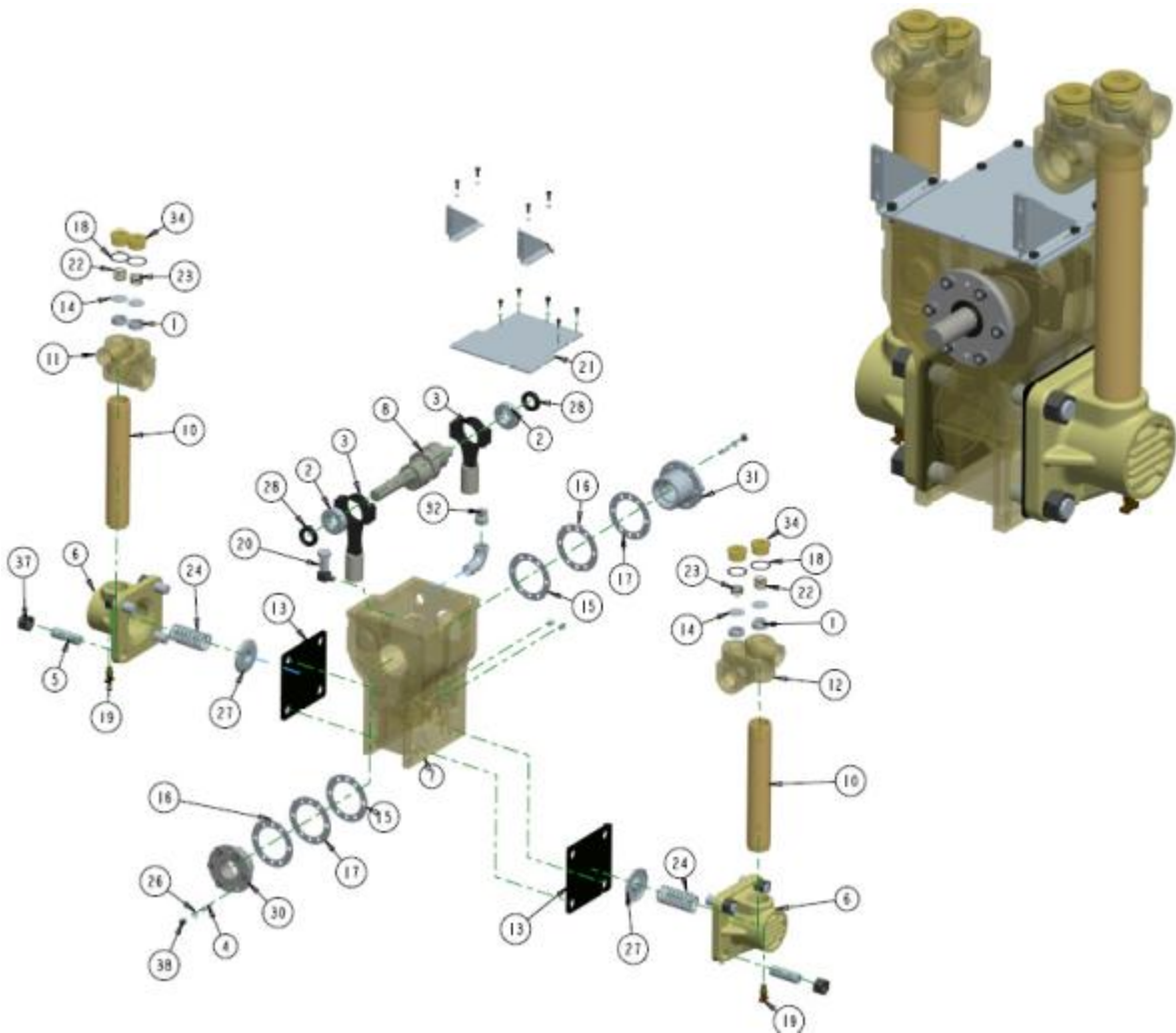


Figura 6.5. Bomba de agua.

- | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| - 1 Asiento de rulón de la válvula | - 11 Cuerpo de la válvula check | - 22 Resorte válvula de descarga |
| - 2 Balero | - 12 Cuerpo de la válvula check | - 23 Resorte de admisión |
| - 3 Biela | - 13 Diafragma de la bomba | - 24 Resorte retorno del diafragma |
| - 4 Birlo | - 14 Disco de la válvula check | - 27 Rondana del diafragma |
| - 5 Birlo de cold rolled | - 15 Junta de aluminio (0.005") | - 28 Sello p/aceite 2.00" |
| - 6 Cabeza de la bomba | - 16 Junta de aluminio (0.010") | - 29 Soporte para guarda-bandas |
| - 7 Carter de la bomba | - 17 Junta de aluminio (0.015") | - 30 Tapa rodamiento |
| - 8 Cigüeñal | - 18 Junta de cobre | - 31 Tapa rodamiento posterior |
| - 9 Codo niple | - 19 Grifo | - 32 Tapón de venteo |
| - 10 Columna de agua ensamblada | - 20 Mirilla nivel de aceite | - 33 Tapón macho de ¼" |
| - 21 Placa superior | - 34 Tapón válvula check | |

6.5.5 Conjunto ventilador-quemador

El quemador de tiro forzado, recibe una cantidad adecuada de aire del ventilador, para lograr una combustión eficiente.

El aire entra a la cámara de combustión con un movimiento en espiral, originado por la disposición del ducto y voluta, que conducen este flujo al interior de la cámara y que al mezclarse con la atomización del combustible inyectado por la(s) boquillas(s) del quemador y encontrarse con el arco eléctrico, generen una flama de alta velocidad en forma de corazón, provocando que abarque todo el espacio disponible en la cámara, transfiriendo a los tubos de la unidad de calentamiento su poder calorífico, obteniendo con este efecto una eficiente combustión y de esta forma obtener el máximo aprovechamiento del poder calorífico del combustible (ver la figura 6.6).

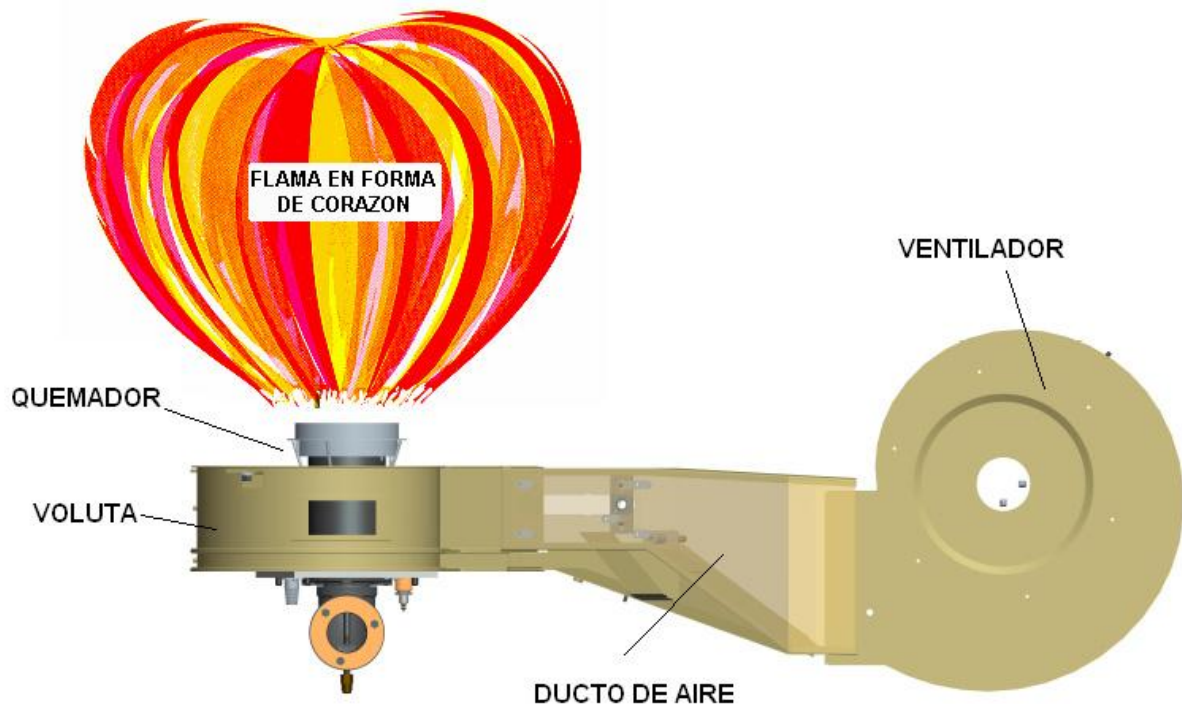


Figura 6.6. Conjunto quemador y ventilador.

6.6 Flujo de agua y vapor

6.6.1 Flujo de agua y vapor en el generador de vapor

El tanque de condensados se recomienda que sea instalado dos metros arriba del nivel de la bomba de agua del Generador ya que esta deberá proveer un flujo de agua, a una tasa constante de 15.65 l/h por caballo caldera más un 20% de sobre flujo. Una bomba de refuerzo ubicada en la línea de alimentación de la bomba principal del equipo, nos ayudara a mantener una presión de aproximadamente 1 kg/cm². Esta presión es importante mantenerla para evitar el efecto de cavitación en la bomba de agua Clayton y prevenir daños prematuros en algunos de sus componentes por este efecto.

La bomba envía agua a presión hacia la unidad de calentamiento en donde circula a alta velocidad en sentido contrario al flujo de los gases de combustión. A medida que el agua avanza en su recorrido descendente, encuentra temperaturas cada vez más

altas ya que los gases de combustión se generan en la parte inferior de la unidad de calentamiento y son ascendentes. Por tanto, se incrementa su temperatura para cambiar de fase el agua (sistema a contra flujo).

Una emulsión de agua y vapor sale de la unidad de calentamiento y pasa al separador de vapor en donde la acción de la boquilla separadora provoca un giro del vapor al chocar este contra la hélice fija de la boquilla, generando una fuerza centrífuga y por este efecto mecánico el desprendimiento o separación de pequeñas gotitas de agua derivadas del sobre flujo, que se inyecta al sistema para generar un arrastre a velocidad de vapor en el interior de la unidad y poder controlar los sólidos disueltos totales (TDS).

Finalmente el vapor ya libre de agua del sobre flujo sale por la válvula del separador hacia las líneas de transporte de vapor para ser utilizado, mientras que el sobre flujo separado que quedó en el separador, es desalojado por una trampa de vapor que la envía de regreso al tanque de condensados para repetir nuevamente el ciclo (ver figura 6.7).

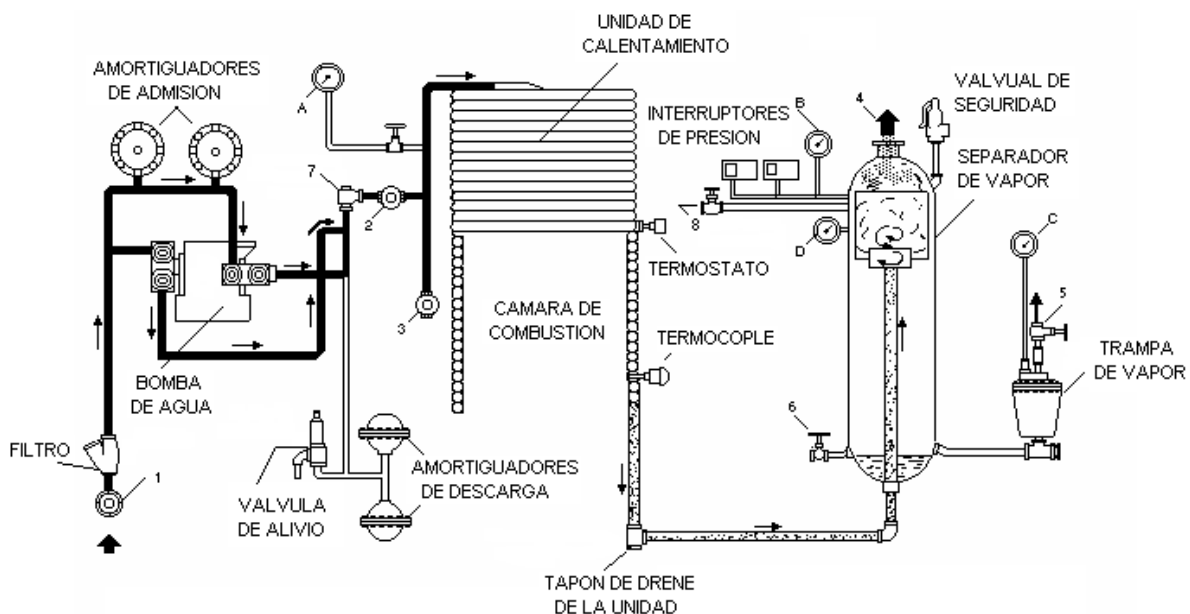


Figura 6.7. Sistema de agua y vapor.

1. Válvula de admisión de la bomba de agua
2. Válvula de admisión a la unidad de calentamiento
3. Válvula de purga de la unidad de calentamiento
4. Válvula de descarga de vapor
- A. Manómetro de alimentación
- B. Manómetro de presión de vapor
5. Válvula de descarga de la trampa de vapor
6. Válvula de purga del separador de vapor
7. Válvula de contraflujo “check”
8. Válvula de inspección
- c. Manómetro de la trampa de vapor
- d. Termómetro del separador

6.6.2 Accesorios del Sistema de Vapor y Agua

Todos los accesorios de este sistema, tienen una función importante que desempeñar, para que el funcionamiento del Generador de vapor sea el óptimo.

Por tal motivo a continuación se describirá cada accesorio así como su funcionamiento.

■ Filtro Y

Contiene en su interior una malla de filtración (ver figura 6.8), cuyos orificios retienen solamente los sólidos en suspensión arrastrados por el agua que alimenta el generador de vapor.

Este filtro se encuentra a la entrada de la bomba de alimentación de agua al generador.

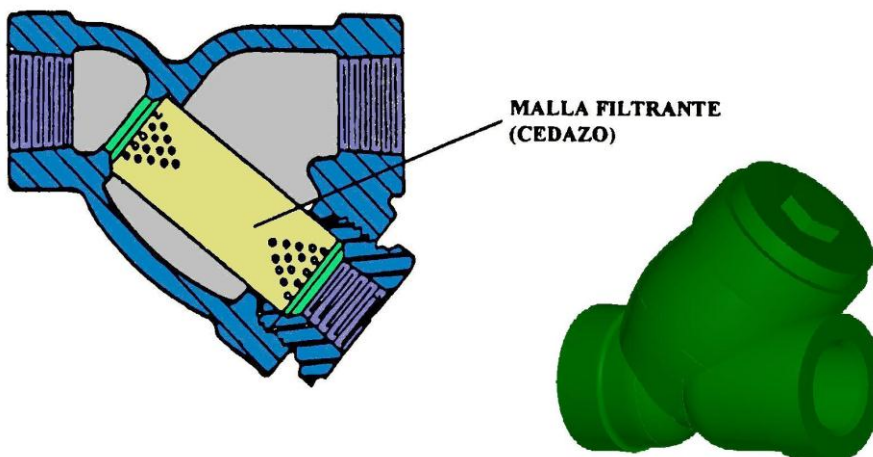


Figura 6.8. Filtro Y.

■ Amortiguador de admisión

Este amortiguador es un inserto de hule con una cubierta metálica, está instalado en la línea de admisión de la bomba de agua del generador de vapor.

La finalidad de este amortiguador es la de absorber el impacto generado por las pulsaciones del agua evitando así el golpe de ariete, de esta manera se hace un flujo de agua más uniforme y continuo en la admisión de dicha bomba, evitando así posibles daños en conexiones por este efecto en la línea de alimentación.

La figura 6.9 muestra el amortiguador usado en el modelo 30.



Figura 6.9. Amortiguador de admisión usado en el modelo 30.

■ Amortiguador de descarga

Se encuentra instalado a la descarga de la bomba de agua. Al igual que el amortiguador de admisión, es un inserto de hule con su cubierta metálica, únicamente que es más grande, debido a que soporta presiones mayores.

La finalidad de este amortiguador es la de absorber el impacto generado por las pulsaciones del agua y contrapresión de la unidad de calentamiento, evitando así el

golpe de ariete. De esta manera se hace un flujo de agua más uniforme y continuo en la descarga de la bomba, evitando así posibles daños en conexiones y tuberías por este efecto en la línea de descarga.

La figura 6.10 muestra el amortiguador usado en el modelo 30.



Figura 6.10. Amortiguador de descarga modelo 30.

■ Válvula de alivio

Esta válvula se localiza a la descarga de la bomba de agua del generador de vapor, y está puesta para proteger la bomba de agua si la presión excede de 28 Kg/cm² (398 lb/ pulg²) para modelos E10 al E40 (ver figura 6.11), desalojando el exceso de presión originada por alguna obstrucción o taponamiento en la línea de descarga de agua hacia la unidad de calentamiento.

La válvula de alivio viene calibrada de fábrica para que se dispare a 28 Kg/cm² (398 lb/pulg²)

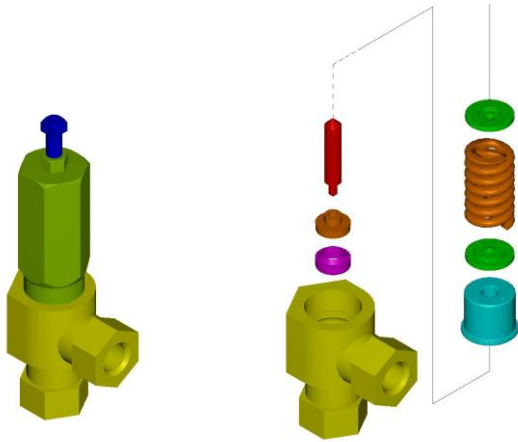


Figura 6.11. Válvula de alivio.

■ **Válvula de contra flujo (Check)**

La válvula de contra flujo es del tipo “Check” (ver figura 6.12), es decir, que permite el flujo de agua en una sola dirección, impidiendo cualquier retorno de la misma.

Se localiza entre la bomba de agua del Generador de Vapor y la unidad de calentamiento. Su función es impedir que exista un retorno de agua o vapor hacia la bomba de agua, cuando ésta deja de bombear.

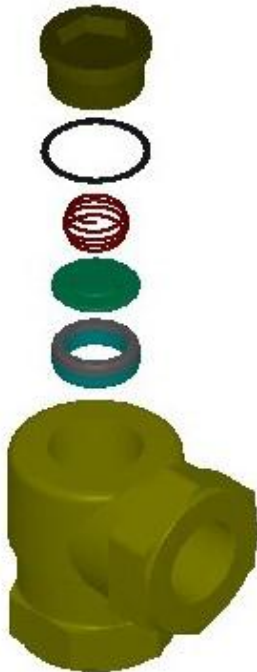


Figura 6.12. Válvula de contraflujo (Check).

■ **Manómetro de presión alimentación, presión vapor y presión trampa de vapor**

Se encuentra en el panel de la caja de controles. Está graduado en libras por pulgada cuadrada (lb/pulg²) y kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²).

Presión de alimentación. Su función es la de indicarnos la presión de agua que está generando la bomba para vencer la contrapresión en la unidad de calentamiento es decir, la lectura que registraremos nos estará indicando la presión de agua de alimentación.

También nos indicará si el generador de vapor se está incrustando debido a un incremento en la lectura de presión del manómetro de alimentación (ver figura 6.13).

Presión de vapor (descarga). Nos indica una salida de vapor en el separador.

Presión de trampa. Nos indica la presión en la trampa y nos ayuda a determinar los ciclos de trampeo, además de determinar por este efecto que la trampa está trabajando normalmente.



Figura 6.13. Manómetro.

■ **Válvula de Alimentación**

La válvula de alimentación se encuentra instalada en la línea de admisión de agua a la unidad de calentamiento. Cerrando parcial y momentáneamente la válvula se puede probar el ajuste de la válvula de alivio o verificar si la bomba de agua funciona adecuadamente.

■ **Válvula de purga de la unidad de calentamiento**

Esta válvula está colocada entre la unidad de calentamiento y la bomba de agua, después de la válvula de contra flujo. En la operación de purga se abre manualmente y el flujo de vapor se invierte, arrastrando los lodos que se quedan dentro de la unidad de calentamiento enviándolos al drenaje para dejar la unidad de calentamiento limpia y seca.

■ **Termocople Auxiliar del Control Principal de Temperatura (FP)**

Este control (seguridad) está conectado a un termopar tipo “J” en la tercera espiral de la pared de agua y que al ser expuesto a un incremento de temperatura envía una señal en mili volts de C.D ($0.051 \text{ mv} \times 1^\circ\text{C}$) al control principal de temperatura (WFTC) mismo que al alcanzar 206°C primera protección (FPS) abre su contacto interno deshabilitando al control de flama apagando este el quemador como medida de seguridad (ver figura 6.14).

Siempre que esta seguridad actúa está asociada a la falta de agua en el generador de vapor, provocando un incremento de temperatura en la unidad de calentamiento. Este efecto también puede ser asociado a un síntoma de incrustación. En caso de un sobre calentamiento es Necesario restablecer las condiciones óptimas de flujo de agua de alimentación y los elementos a revisar son los siguientes: nivel de agua en el tanque de condensados, válvulas de alimentación bien abiertas, filtros de agua limpios, asientos, discos y resortes de la bomba en buenas condiciones, diafragmas en buen estado, nivel de aceite de la bomba adecuado (si es hidráulica), válvulas de drene perfectamente cerradas, cebar correctamente las columnas de agua de la bomba y encender bomba de refuerzo.

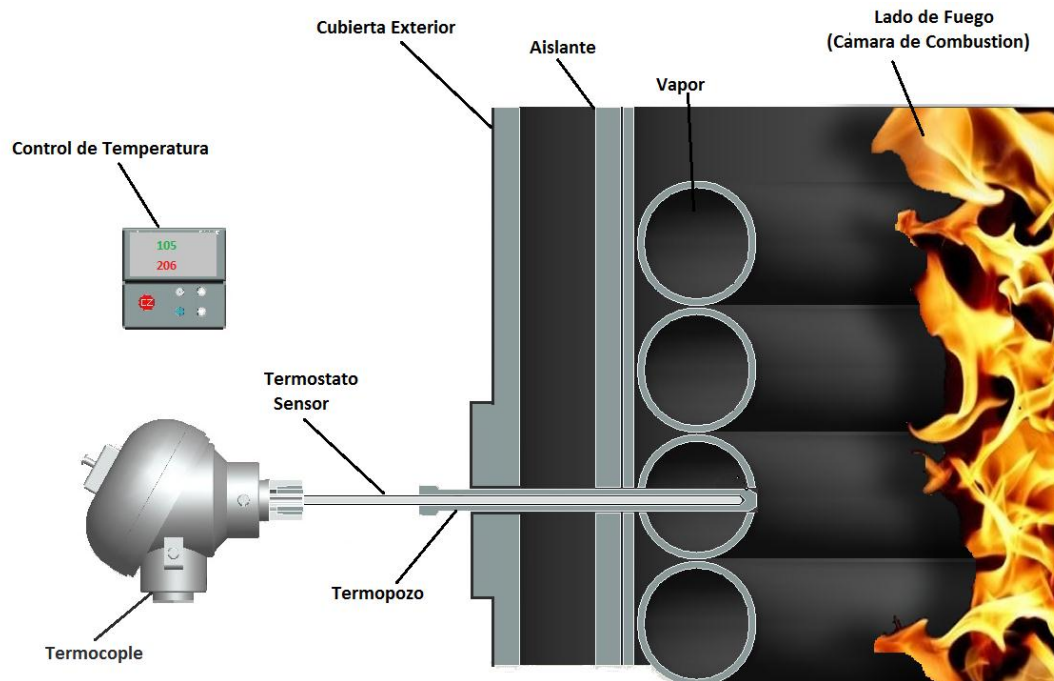


Figura 6.14. Control principal de Temperatura y Termopar.

■ Termocople Principal del Control de Temperatura (SP)

Este control utiliza el mismo termocople y es una seguridad de falla redundante que en el caso poco probable de seguir en operación el quemador y aumentando la temperatura, al alcanzar los 256 °C segunda protección (SPF) actúa en forma secundaria en el Control Principal de Temperatura (WFTC) cortando el suministro eléctrico del generador de vapor apagando todo el sistema. En caso de un sobrecalentamiento es Necesario restablecer las condiciones óptimas del flujo de agua y revisar todos los puntos como en el caso anterior, antes de reiniciar la operación normal del equipo.

■ Trampa de vapor

La trampa de vapor es mecánica, de tipo cubeta invertida. Se encuentra conectada al separador de vapor (ver figura 6.15)

Su función es desalojar el sobre flujo de agua (20 %) que se acumula en la parte inferior del separador, logrando así, junto con la boquilla separadora que el vapor de suministro se encuentre con un factor de humedad del 0.5 %.

Simultáneamente a través de una válvula de purga automática o una válvula de purga manual, una pequeña cantidad de agua será desalojada dentro de cada ciclo de trapeo. Esto con el fin de poder controlar la concentración de sólidos disueltos totales (TDS), manteniéndolos dentro de un rango de 2500 a 3500 ppm (Máximo 6000 ppm).

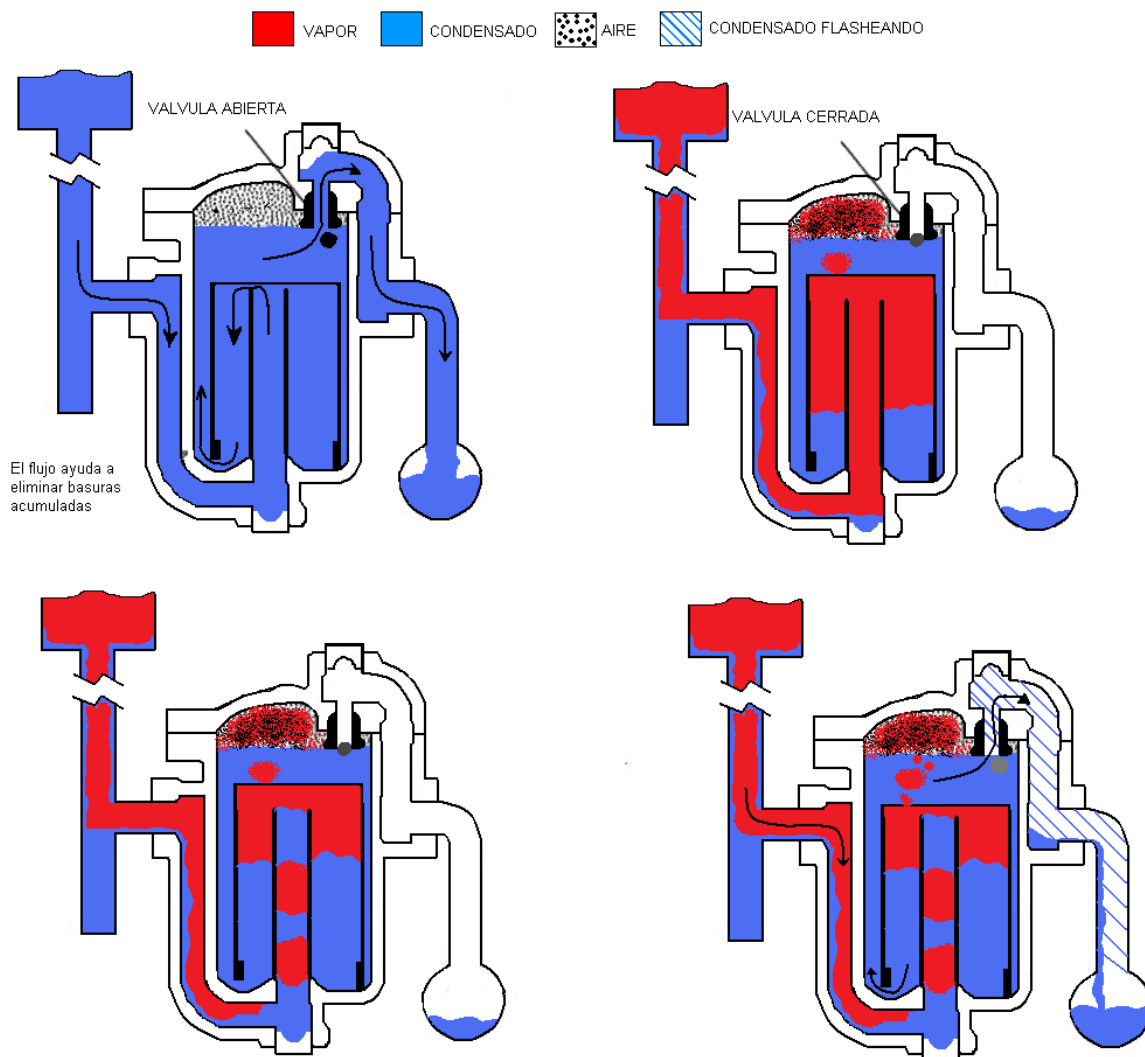


Figura 6.15. Trampa de vapor.

■ **Válvula del Inspector**

La válvula del inspector es de globo de 1/4” NPS y se encuentra conectada en el separador de vapor. Se instala para que el inspector del gobierno compruebe que la presión de vapor que marca el manómetro del generador de vapor, sea equivalente a la que marca su manómetro. Además de garantizar condiciones de hermeticidad del equipo al realizar la prueba hidrostática.

■ **Válvula de Seguridad**

La válvula de seguridad está instalada en la parte superior del domo separador de vapor. Está ajustada para que se dispare a plenitud cuando la presión del vapor exceda un 25% la presión máxima de trabajo. Viene ajustada y protegida con un sello metálico (plomo) colocado por el fabricante para evitar que el usuario altere su ajuste, por tanto, en caso de falla de la válvula se deberá montar una nueva (ver figura 6.16).



Figura 6.16. Válvula de seguridad.

■ Termómetro

El equipo cuenta con tres termómetros. Uno está ubicado al frente del separador de vapor indicando la temperatura del vapor. Otro está montado en el tanque de condensados para conocer la temperatura del agua de alimentación y esta deberá mantenerse en un rango de 85 a 94°C. El tercero está montado en la chimenea, e indica la temperatura de salida de los gases de combustión.

■ Válvula del soplador de hollín

Su función es dejar pasar vapor del separador hacia la unidad de calentamiento, una vez que se abra manualmente la válvula deshollinadora. El flujo de vapor desprende el hollín que se encuentra adherido en los tubos de la unidad de calentamiento, dejándolos limpios para que aprovechen al máximo la transferencia de calor y permita el libre flujo de los gases de combustión hacia el tiro de la chimenea para ser desalojados atmosféricamente.

■ Interruptores de Presión de Vapor y Modulador de Presión

Estos interruptores actúan ante el cambio de presión de vapor. Se encuentran interconectados al separador de vapor mediante una línea de muestreo. Se ajustan para que controlen el apagado y encendido del quemador, cuando el equipo alcanza su presión de operación, así como la modulación de fuego bajo/alto de acuerdo a la demanda de vapor del proceso y en relación a la presión del mismo (ver figura 6.17).

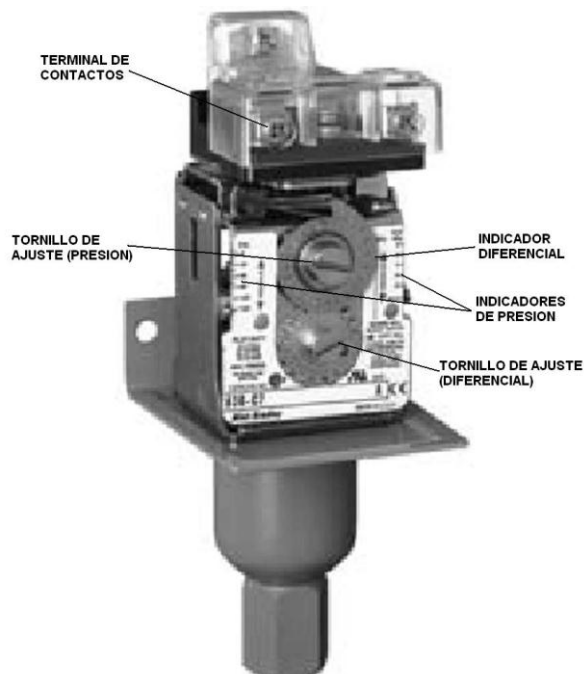


Figura 6.17. Interruptor de presión de vapor y modulador de presión

6.7 Tratamiento del agua de alimentación

6.7.1 Parámetros Reglamentarios para la Operación

El fin de un tratamiento adecuado del agua es proteger a su equipo contra corrosión e incrustación. La máxima eficiencia en los sistemas de vapor Clayton se obtiene a través del control de la calidad de agua que alimenta su generador de vapor. Por ello debe vigilarse diariamente que el agua reúna **en todo momento** las siguientes características:

- **Cero dureza** (0 ppm)
- **pH 10.5 – 11.5** (rango normal). Valor máximo permisible de 12.5.
- Libre de **oxígeno disuelto** con un valor de sulfito residual entre 50 – 100 ppm.
- **Sólidos totales disueltos:** Rango normal 3000 – 6000 ppm.

Límite máximo 8550 ppm

Equipos con desmineralizador < 3000 ppm

- **Fierro disuelto:** < 1.0 ppm
- Libre de **sólidos suspendidos**

- **Sílice:** 120 ppm con la alcalinidad apropiada de OH

Para desmineralizadores < 10 ppm

Para mantener el agua suave es necesario implantar un programa de rigurosa periodicidad en la regeneración y supervisión del suavizador de agua.

6.7.2 Compuestos químicos y accesorios para el control del agua de alimentación

Los compuestos químicos Clayton (oxiclays y policlays) en conjunto con los accesorios (equipo suavizador de agua, bombas dosificadoras, tanques de condensados y sistema de precalentamiento en el tanque de condensados), constituyen un sistema de control completo y de bajo costo (ver figura 6.18). A continuación se proporcionan las instrucciones generales para el adecuado tratamiento del agua de alimentación, mismo que debe estar a cargo del personal responsable de la operación del generador.

CONTROL Y VIGILANCIA DEL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE AGUA DE LOS GENERADORES DE VAPOR (MODELOS "E")

RECOMENDACIONES AL OPERADOR: EL GENERADOR DE VAPOR al igual que cualquier otro tipo de caldera, requiere de un tratamiento del agua de alimentación, que proteja al equipo contra la corrosión e incrustación. Debido al diseño compacto del **GENERADOR DE VAPOR**, se requiere que dicho tratamiento sea continuo y se vigile con regularidad. Se recomienda realizar un análisis cada ocho horas de operación para asegurar que todos los componentes actúen en forma normal, los esfuerzos necesarios para el cuidado y mantenimiento son mínimos y el no seguirlos podría ocasionar daños no cubiertos por la garantía.

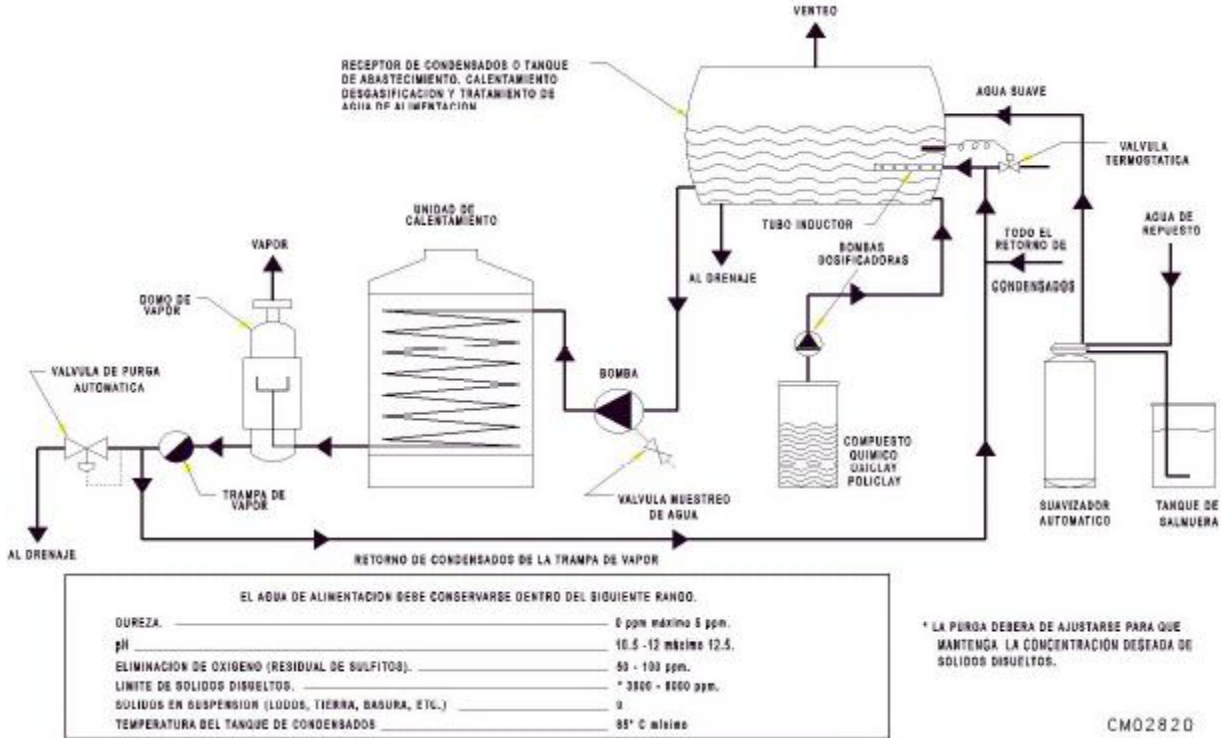


Figura 6.18. Requerimientos del agua de alimentación.

6.7.3 Equipo suavizador

El equipo suavizador, que se muestra en la figura 6.19, está compuesto por:

- **Tanque de resina.** De acuerdo a la capacidad del suavizador, este tanque contiene determinada cantidad de resina catiónica o zeolita depositada sobre un lecho de grava que le sirve de soporte y a la vez para filtrar el agua que sale de dicho tanque. La resina, al entrar en contacto con el agua dura, realiza una función química para intercambiar los iones de sodio que contiene la resina, por los iones de calcio y magnesio que contiene el agua, lo que en otras palabras significa suavizar el agua.
- **Tanque de salmuera.** Este tanque contiene un flotador, una línea de succión y una cantidad predeterminada de sal en grano inmersa en

agua. Esta solución es lo que comúnmente llamamos salmuera, y se utiliza para reactivar la resina a fin de que recupere su capacidad de intercambio iónico, que cedió cuando estaba en posición de servicio.

- **Válvula automática.** De cinco vías que controla las diferentes fases de operación del suavizador por medio de su control electromecánico, las cuales son: servicio – retrolavado – regenerado – enjuague – relleno de salmuera.

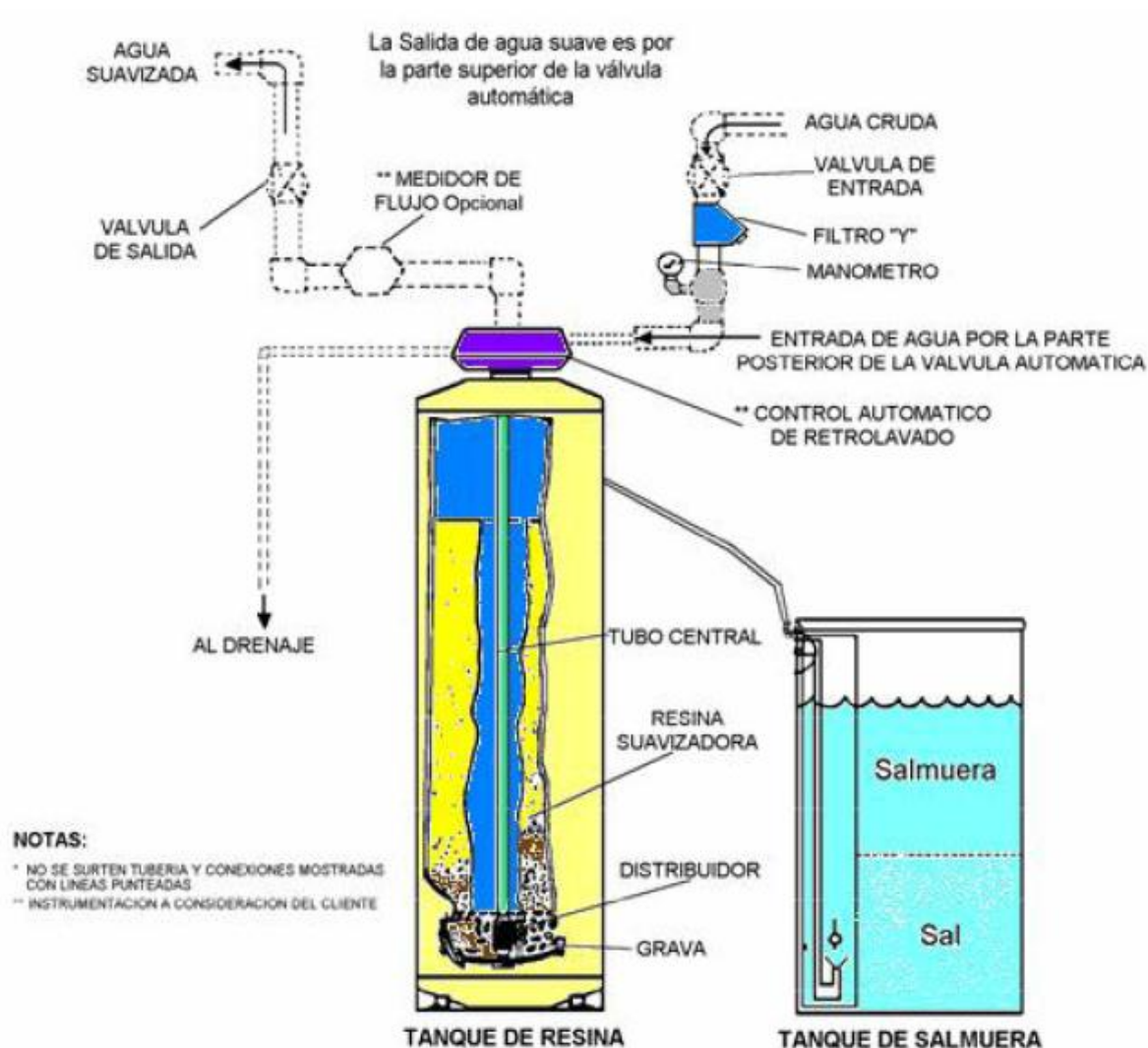


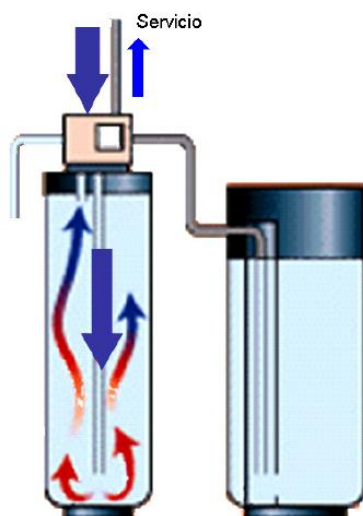
Figura 6.19. Diagrama de instalación de un suavizador.

6.7.4 Operación del suavizador automático

Nota

La regeneración es automática y consta de diferentes etapas con diferente duración cada una. La suma de ellas en promedio es de unos 120 minutos dependiendo de la dureza a eliminar o de la capacidad del equipo. Consulte con su asesor químico Clayton para la programación de su equipo ya que éste depende de la dureza a eliminar.

- **Servicio.** Cuando el control del suavizador se encuentra en la etapa de servicio, el agua dura proveniente de la red municipal entra por la válvula automática, para luego circular dentro del tanque y entrar en contacto con la resina (ver figura 6.20). De esta forma, se realiza el proceso de suavización, es decir, el intercambio iónico, donde la resina retiene los iones de calcio y magnesio del agua y cede los iones de sodio, que no son incrustantes, para suavizar el agua de alimentación del generador de vapor.

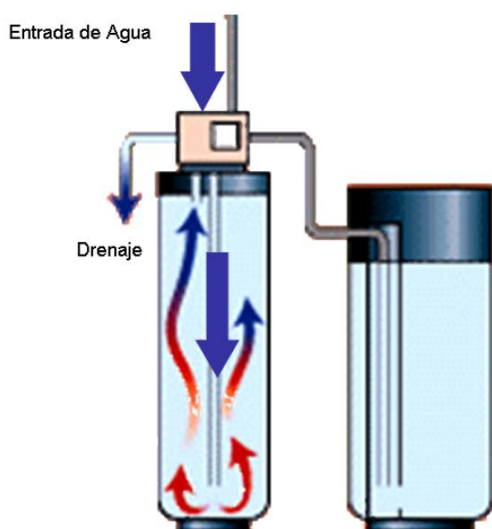


Nota

Cada partícula de resina tiene determinada capacidad de intercambio iónico por lo que será necesario reactivarla una vez que ha agotado dicha capacidad.

Figura 6.20. Servicio.

- **Retrolavado (10’)**. El agua dura entra al tanque a través del conducto de alimentación de la válvula automática bajando por el tubo central hasta salir por el distribuidor inferior, de manera que pueda expandir la resina de abajo hacia arriba y arrastrar los sólidos y lodos acumulados sobre el lecho, conduciéndolos hacia el drenaje a través de otro conducto de la válvula automática (ver figura 6.21). El porcentaje del retrolavado es gobernado por el control de flujo instalado en la línea de descarga al drenaje.

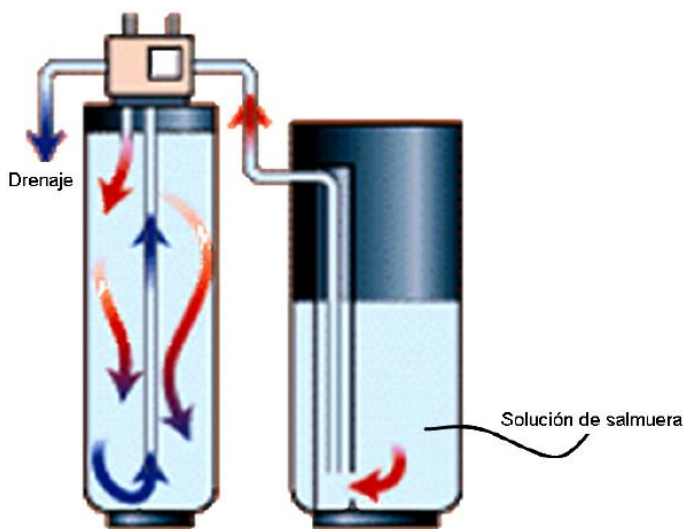


 **Nota**

Para que el retro lavado sea efectivo, el suavizador requiere una presión de alimentación de 25 Lb/pulg². Con presiones menores la etapa del retrolavado es ineficiente.

Figura 6.21. Retrolavado.

- **Regenerado y enjuague lento (60’)** - Para este efecto se debe reponer con anticipación, la cantidad especificada de sal, a fin de que en esta etapa la válvula automática absorba del tanque de salmuera, una solución saturada de sal, misma que al entrar en contacto regenerará la resina, para luego, ser descargada hacia el drenaje hasta haber absorbido el volumen programado de salmuera (ver figura 6.22).



📖 Nota

La regeneración de la resina es un proceso inverso al de suavización, esto es, ahora la resina va a atrapar los iones de sodio de la salmuera y va a ceder los iones de Calcio Magnesio. El porcentaje de flujo de salmuera es controlado por la boquilla del inyector localizado en la válvula de salmuera.

Figura 6.22. Regenerado y enjuague lento.

- **Enjuague (lento 20’).** Al concluir la succión de salmuera el suavizador pasará a la fase de enjuague lento cuya función es prolongar el tiempo de contacto entre la resina y la salmuera para incrementar la eficiencia de la regeneración. El porcentaje de flujo en esta etapa es controlado por la boquilla del inyector de la válvula de salmuera.
- **Enjuague (rápido 10’).** En esta etapa se remueven las trazas de salmuera y se reacomoda la resina. El flujo del enjuague rápido es gobernado por el control de flujo instalado en la línea de drenaje.
- **Reposición del agua al tanque de salmuera.** Una cantidad predeterminada de agua es restituida al tanque de salmuera para que se sature con la sal que se le deberá agregar posteriormente. El flujo de reposición es controlado por la válvula de salmuera.

👤 Precaución

Al término del ciclo de regenerado se debe verificar que el agua tenga una dureza de **cero** granos por galón (0 ppm). Si en la prueba resulta que el agua está dura, consulte de inmediato a su asesor en tratamiento de aguas.

Inmediatamente después de cada período de regeneración agregue al tanque de salmuera la cantidad de sal requerida de acuerdo a lo indicado en la tabla 6.3.

Tabla 6.3. Carga de sal por periodo de regeneración.

MODELO	CARGA INICIAL kg	CARGA POR REGENERACION kg
S-30	50	7
S-60	50	14
S-90	50	21
S-120	50	28
S-150	100	35
S-180	100	42
S-210	100	49
S-240	150	56

 **Nota**

El suavizador debe tener suficiente capacidad para permitir su regeneración a intervalos que no afecten la jornada normal de trabajo. El Generador no podrá trabajar durante el período de regeneración. Si se requiere una operación continua, se deberá usar un suavizador gemelo, el cual, cuenta con dos columnas de resina que permiten regenerar una, mientras la otra esta en servicio. Los suavizadores gemelos se pueden programar para regenerarse en función del volumen al agua suavizada. También cuentan con un sistema de protección que impide que agua dura pudiera alimentarse al generador durante el período de regenerado.

 **Precaución**

Un suavizador de agua, operado adecuadamente, evita únicamente incrustación y depósitos de lodos, pero no ofrece protección alguna contra la corrosión. Para evitar la corrosión deben mantenerse los valores recomendados de pH y sulfitos en el agua de alimentación mediante el uso de los productos químicos oxiclav y policlav.

6.7.5 Corrosión por pH

El agua de alimentación del generador de vapor debe tener un pH de 10.5 a 11.5. Lo anterior se logra con el producto químico llamado Policlay, elaborado básicamente para este propósito.

El Policlay es un producto líquido con las siguientes ventajas:

- Elimina la dureza residual que fuga normalmente el suavizador (menos de 10 ppm), formando un lodo suave no adherente que se elimina fácilmente del sistema a través de la purga normal del equipo.
- Al elevar el pH del agua, es decir, mantenerlo entre 10.5 a 12.0 unidades, se evita la corrosión por acidez; así mismo, mantiene disuelta la sílice para evitar su precipitación y la formación de incrustaciones duras permanentes
- Elimina parte de la incrustación y depósitos ya formados. También, limpia el sistema de arrastres ferrosos, enviándolos al drenaje mediante la purga.

6.7.6 Corrosión por presencia de ácido carbónico

Ya en el diagnóstico situacional se describió cómo se produce este tipo de corrosión. Para evitar la corrosión en las líneas de retorno de condensados por presencia de ácido carbónico, Clayton de México recomienda dosificar el producto químico líquido aminclay, el cual está elaborado a base de aminas neutralizantes las cuales viajan junto con el vapor y al momento de entrar en contacto con el retorno de condensados neutraliza la presencia de ácido carbónico. La dosificación de este producto químico deberá realizarse en la entrada a la bomba de agua de alimentación del generador de vapor para lograr una completa eliminación del ácido carbónico.

6.7.7 Sólidos en suspensión

Si el agua contiene sólidos en suspensión, al convertirse en vapor, los sólidos se depositan en el interior de la unidad de calentamiento ocasionando obstrucciones

que afectan la operación del generador. Adicionalmente, dichos sólidos también pueden ser causa de erosión interna.

Los sólidos en suspensión se eliminan del agua de alimentación mediante el siguiente método:

- A través de la limpieza de los filtros que forman parte de la propia instalación
- Con la operación correcta y mantenimiento programado del suavizador de agua, mismo que elimina gran cantidad de lodos acumulados en la columna de resina mediante el proceso de lavado.

6.7.8 Tratamiento interno

El tratamiento interno comprende la aplicación de los productos químicos Oxiclax y Policlax para poder alcanzar los límites adecuados y mantenerlos dentro de los siguientes rangos:

Dureza	Cero ppm (o gpm)
Alcalinidad	Mínimo 10.5 pH
Máximo 11.5	
Desgasificación (o ₂ y co ₂), exceso de sulfitos	50 a 100 ppm
Límite de sólidos disueltos	6 000 ppm
Sólidos en suspensión (basura)	Cero

Los compuestos Clayton para tratamiento de agua están elaborados especialmente para este propósito. La cantidad de compuesto que debe suministrarse al tanque dosificador, depende de las horas de trabajo del generador, del porcentaje de retorno de condensados, de la calidad del agua de alimentación y algunos otros factores que pueden variar en cada instalación en particular. Los productos químicos deben alimentarse al tanque de condensados a través de una bomba dosificadora.

6.7.9 Bomba dosificadora

La bomba dosificadora es un accesorio que facilita la aplicación de compuestos químicos al tanque de condensados. Se debe instalar sobre el tanque de reactivos químicos para que bombee el producto químico al tanque de condensados. Cuando se utilicen productos químicos sólidos debe conectarse, al tanque de reactivos, una línea de agua suave y otra que conduzca a un agitador mecánico para agitar y mezclar los reactivos.

De acuerdo a su capacidad, la bomba dosificadora suministrará una cantidad ajustable de reactivos, al tanque de condensados. La cantidad de compuesto a dosificar depende de las características que presente el agua de alimentación, el porcentaje de retorno de condensados del sistema y algunos otros factores variables en cada instalación. Estos parámetros se determinan al efectuar el análisis químico al agua de alimentación, considerando también, las condiciones de operación del equipo.

6.7.10 Compuestos químicos Clayton para acondicionamiento de agua de alimentación

Los compuestos químicos Clayton líquidos y sólidos están elaborados con materias primas de óptima calidad y son aplicables especialmente para los generadores de vapor Clayton. Su uso adecuado ofrece las siguientes ventajas:

- Reaccionan rápida y completamente ante el oxígeno disuelto.
- Elevan el valor de pH del agua que alimenta al generador.
- Se combinan y eliminan la dureza residual que deja escapar el suavizador.
- No contienen cromatos, aminas (excepto aminclay), taninos, ni ingredientes volátiles.
- Son seguros para aplicaciones donde el vapor se usa para procesos de alimentos.

La dosificación de producto químico depende de las condiciones de operación y es directamente proporcional a las horas de trabajo e inversamente proporcional al porcentaje de retorno de condensados y a la temperatura del agua en el tanque de condensados. Además puede incrementarse o disminuirse de acuerdo a los análisis del agua y recomendaciones de su asesor en tratamiento de agua.

Cuando se dosifique más de un producto químico puede ser necesario utilizar una bomba dosificadora adicional.

6.7.11 Dosificación de productos químicos

Para conocer la cantidad de producto químico a dosificar, es necesario conocer los siguientes datos:

- C.C. = Capacidad del equipo generador de vapor, BHP.
- T. O. = Tiempo de operación.
- % R.C. = Porcentaje de Retorno de Condensados.
- F. C. = Factor de Carga promedio, o rate del generador de vapor.
- Alcalinidad a la fenolftaleína (F) del agua de red o suavizador, ppm.
- Alcalinidad al anaranjado de metilo (M) del agua de red o suavizador, ppm.
- 1 ppm = 1 mg/l.

Para mayor precisión, consultar la tabla 6.4 Referencias de alcalinidad.

Tabla 6.4. Referencias de alcalinidad.

REFERENCIA	HIDRÓXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS
2F = M	0	M	0
2F > M	2F – M	2(M – F)	0
2F < M	0	2F	M – 2F
F = 0	0	0	M

Cálculo de oxiclave recomendado en mililitros:

$$\text{Oxiclave: } (0.7) \cdot (CC) \cdot (15.65) \cdot (TO) \cdot (1 - RC) \cdot (FC)$$

Cálculo de policlay recomendado en mililitros:

$$\text{Policlay: } (0.105) \cdot (\text{CC}) \cdot (15.65) \cdot (\text{TO}) \cdot (1 - \text{RC}) \cdot (\text{FC})$$

Cálculo de aminclay recomendado en mililitros:

$$\text{Aminclay: } (0.0027) \cdot (\text{CC}) \cdot (15.65) \cdot (\text{TO}) \cdot (1 - \text{RC}) \cdot (\text{FC}) \text{ (alcalinidad por bicarbonatos)}$$

Considerando un 50 % de retorno de condensados, un factor de carga del 50% y 8 horas de operación, la dosificación de producto químico para un generador de 30 CC se puede apreciar en la tabla 6.5.

Tabla 6.5. Dosificación de productos químicos.

EQUIPO GENERADOR (BHP)	OXICLAY (Litros)	POLICLAY (Litros)
10	0.22	0.03
15	0.33	0.05
20	0.44	0.07
30	0.66	0.10
40	0.88	0.13
60	1.31	0.20
100	2.19	0.33
150	3.29	0.50
200	4.38	0.66

6.8 Sistema de combustión

Este apartado trata sobre los factores que intervienen en el ciclo de encendido del generador y cuál es su importancia dentro del sistema para generar una buena combustión bajo condiciones seguras. Es importante auxiliarse de los accesorios de seguridad para evitar riesgos al momento de iniciar la combustión.

Se define como combustión, la violenta oxidación de un combustible. Se le da el nombre de combustible aquellos materiales o sustancias capaces de quemarse (oxidarse violentamente).

Se dice que una combustión es completa o correcta, cuando es aprovechado al máximo el poder calorífico del combustible que se esté quemando, es decir, cuando se obtiene el grado máximo de oxidación de dicho combustible.

Para llevar a cabo una combustión, es necesario contar con los elementos indispensables como lo son combustible, comburente e ignición.

A estos tres elementos juntos se les conoce como el triángulo del fuego.
Los combustibles se clasifican en tres tipos: sólidos, líquidos y gaseosos.

En los generadores de vapor Clayton únicamente se ocupan dos, líquido y gaseoso.
Para el generador modelo EO-30 se emplea el combustible diésel.

El comburente (oxígeno) se obtiene del aire que respiramos del cual solo un 22 % es oxígeno un 77 % es nitrógeno y un 1 % lo componen otros gases

La ignición la obtenemos con ayuda de un accesorio eléctrico, que tiene por nombre transformador de ignición.

Este transformador se encarga de incrementar considerablemente el voltaje, para hacer que se establezca un arco eléctrico, el cual va a encender la combinación de combustible y oxígeno.

Ejemplos. La alimentación del transformador puede ser de 115 o 230 volts pero independientemente de este a la salida del mismo obtendremos un voltaje de 10,000 volts (en modelos E-10, 15, 16, 20) o 17,000 volts en modelos E-30 y mayores. Cabe mencionar que actualmente ya se cuenta con un módulo de ignición el cual hace la misma función solo que este opera en forma electrónica y su salida es de 14000 voltios, con un consumo de corriente de 0.5 Ampere y sin efectos de reactancia, por lo que se puede habilitar eléctricamente desde el control de flama sin problema alguno.

En este tema se habla también de la chimenea del generador, ya que se encarga de conducir y liberar de forma eficiente los gases de combustión a la atmósfera.

Tiro. Es el método utilizado de cómo desalojar los gases, que son producto de la quema del combustible en la cámara de combustión hacia la atmosfera.

Existen 3 tipos de tiro:

- **Tiro natural.** Es la diferencia de presiones, originada por la altura de la chimenea y la mayor temperatura de los gases de combustión, con respecto al medio ambiente, dando como resultado una corriente de aire en la cámara de combustión, jalando los gases hacia la atmósfera pasando por la chimenea.

En este tipo de tiro, los gases de combustión prácticamente son desalojados de la cámara de combustión por este efecto, sin la intervención de ningún otro elemento.

- **Tiro forzado.** Con este tipo de tiro, se introduce un flujo de aire a presión a través del ducto hacia la cámara de combustión, con ayuda de un ventilador, esta misma presión va a forzar los gases de combustión para que salgan por la chimenea a la atmosfera.
- **Tiro inducido.** En este otro sistema, un extractor instalado en la chimenea, se encarga de succionar los gases que se generan en la cámara de combustión, formando un vacío y expulsándolos a la atmósfera por la chimenea.

El tipo de tiro que se usa en el generador Clayton, es el **tiro forzado**, debido a que estamos introduciendo aire a presión con ayuda de un ventilador (tipo jaula de ardilla) a la cámara de combustión pero de forma controlada por una compuerta ubicada en el ducto de aire.

La cámara de combustión (figura 6.2), es un espacio confinado que aloja la flama y con ayuda de la voluta del quemador (ver figura 6.23) va a lograr que la flama sea en forma de corazón ya que en esta sección se hace girar el flujo de aire para que

ingrese a la cámara en forma circular (figura 6.6), logrando que la combustión sea lo más completa posible, impidiendo también que la flama choque con los tubos de la misma, siendo los gases de combustión los que transmitan el calor para producir vapor.

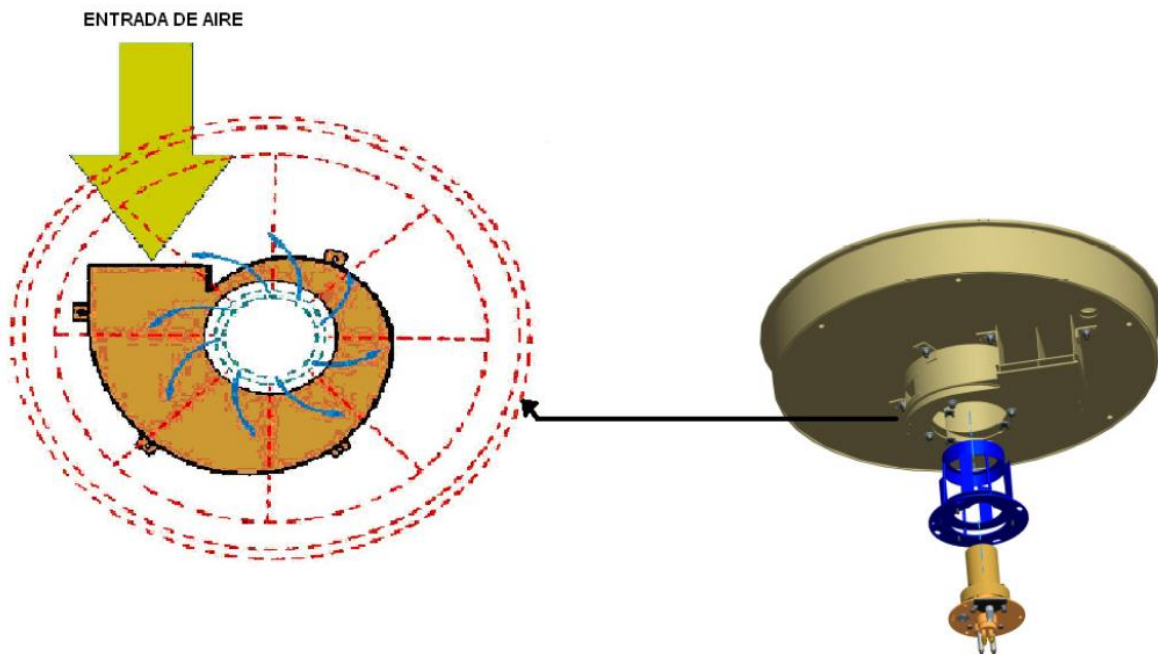


Figura 6.23. Voluta del quemador.

Una vez que se arranca el Generador, el primer elemento que entra a la cámara de combustión es el aire procedente del ventilador generando este flujo un barrido en la cámara de combustión, eliminando así una posible acumulación de gases. Posteriormente se establece el arco eléctrico (ignición) en los electrodos del quemador y finalmente llegará el combustible para que se inicie la combustión.

En los modelos E60 o mayores la cantidad de aire (oxígeno) se deberá controlar con una compuerta instalada en el ducto de aire, debido a que trabaja a dos fuegos (fuego bajo y fuego alto) Cuando el generador trabaje en fuego bajo (media capacidad), un servomotor eléctrico recibe una señal eléctrica cerrando parcialmente la compuerta del aire, restringiendo así el paso del mismo al 50% hacia la cámara de combustión (ver figura 6.14).

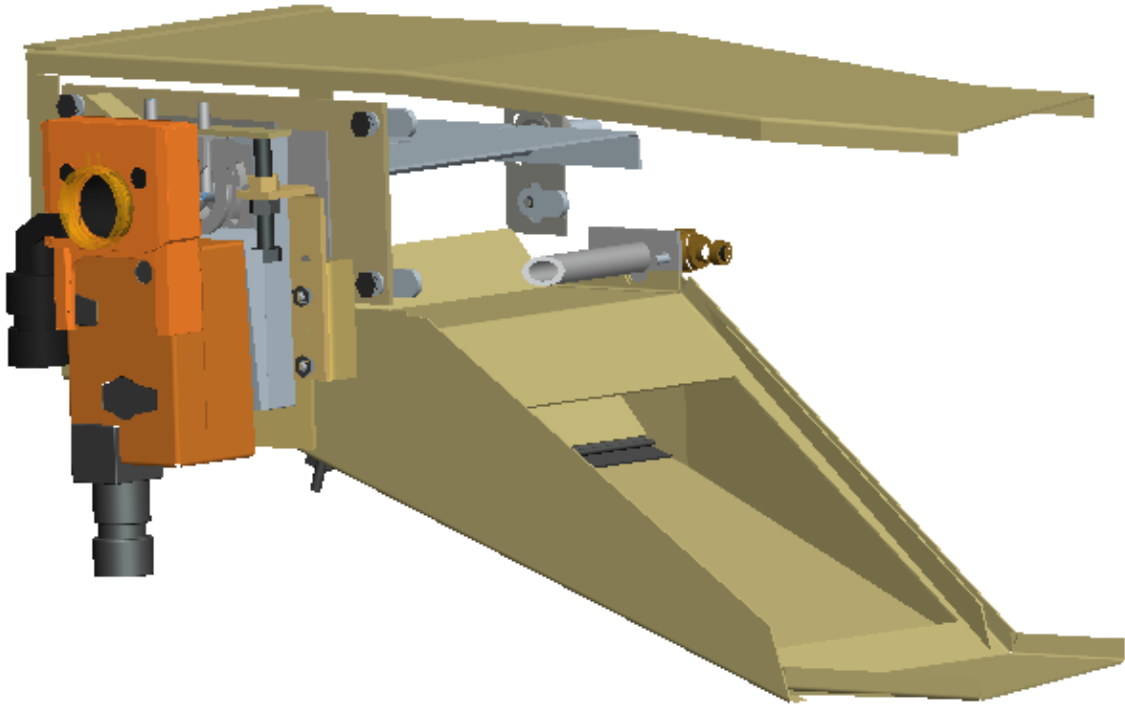


Figura 6.24. Mecanismo de la compuerta de aire (se omiten las tapas laterales del ducto para apreciación interna).

Si por el contrario el generador modula a Fuego alto (a toda su capacidad), esta señal eléctrica estará ausente y el servomotor se accionara para abrir la compuerta y permitir el paso de un mayor volumen de aire hacia la cámara de combustión.

En los modelos E-10, 15, 30 y 40 el sistema de aire es controlado con ayuda de un actuador que funciona por presión de aire y lo hace de la siguiente manera:

El aire procedente del ventilador intenta levantar un diafragma que se encuentra dentro del actuador. Dicho diafragma está acoplado a la compuerta de aire a través de un vástago.

En el actuador de aire se encuentra un orificio en donde se conecta una manguera y en el otro extremo tiene conectada una válvula solenoide normalmente cerrada

misma que impide que el aire contenido dentro de este espacio no pueda ser liberado. Si esta válvula se encuentra energizada abre y deja escapar el aire contenido en el actuador y con este efecto la compuerta cierra permitiendo un flujo de aire de combustión al 50 % trabajando el generador en fuego bajo.

Si por el contrario el generador trabaja en fuego alto, la válvula solenoide es desenergizada y cierra, impidiendo así que el aire contenido en el actuador sea liberado. Como el aire ya no puede escapar, se acumula una presión en el interior del actuador expandiendo el diafragma y por este efecto jala la compuerta permitiendo que esta abra dejando pasar un mayor flujo de aire hacia la cámara de combustión (figura 6.25).

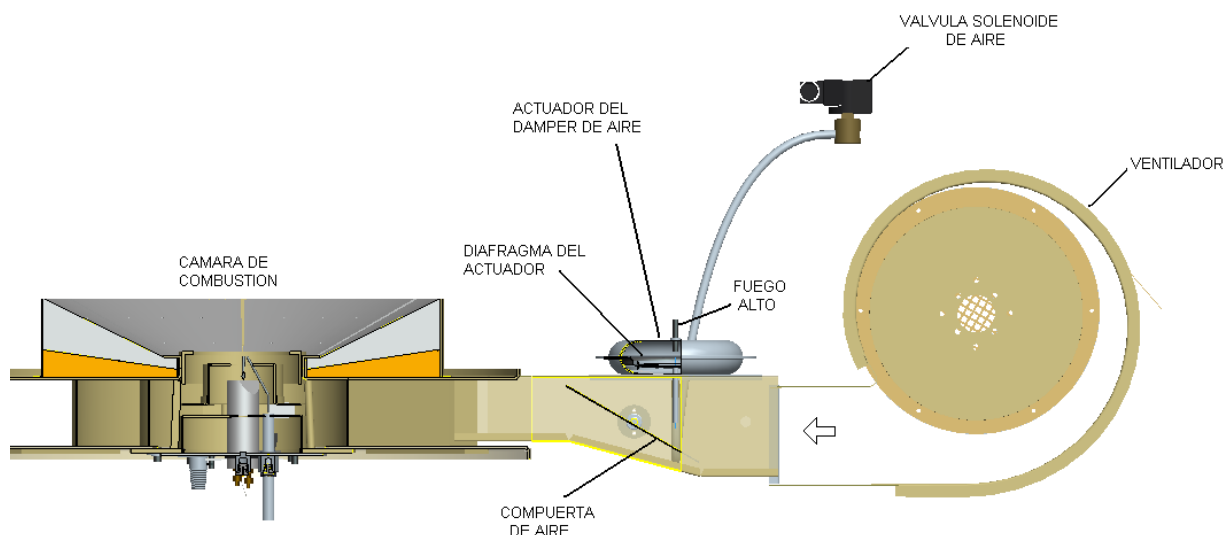


Figura 6.25. Mecanismo del actuador de la compuerta de aire.

6.8.1 Quemador de combustible diésel

Este combustible viene de un tanque de almacenamiento que pasa por un filtro, el cual se encarga de quitarle las impurezas, después llega a una bomba de combustible que se encarga de aumentar la presión, llegando así a una válvula de control del quemador. Esta válvula sirve para derivar el combustible y cuando se abre, toda la presión de combustible generada por la bomba se retornará al tanque de almacenamiento. Se utiliza sobre todo en el proceso de llenado o de purga del

generador y que no es necesario tener el quemador encendido, para evitar con esto que la bomba se fuerce innecesariamente.

Pero si se cierra la válvula de control el combustible adquiere condiciones de presión y parte del flujo se retornara al tanque de almacenamiento, a través de la válvula reguladora de presión. El flujo principal será suministrado al quemador a través de las válvulas solenoides de fuego bajo y fuego alto hacia las boquillas del quemador, para ser atomizado y conseguir con este efecto quemar de forma eficiente este combustible.

Al momento de ser apagado el quemador estas válvulas solenoides se encontrarán cerradas y la presión de combustible registrada en el manómetro deberá ser de aproximadamente 18.3 kg/cm^2 .

Simultáneamente la presión llegará al interruptor de presión de combustible el cual se encargará de cerrar su contacto normalmente abierto, dejando pasar una señal eléctrica a una de las terminales del control de combustión, permitiendo con esto iniciar el ciclo de encendido del quemador, mismo que se explica a continuación.

Una vez que el control de combustión recibe la señal eléctrica, actúa energizando al transformador de ignición para generar un arco eléctrico en los electrodos. Simultáneamente también energiza la válvula solenoide de fuego bajo para permitir el paso del combustible. Mismo que al mezclarse con el aire de combustión y entrar en contacto con el arco eléctrico nos da como resultado que encienda el quemador en fuego bajo.

Un detector ultravioleta detecta la presencia de la flama en el quemador y envía una señal de entre 4 y 7 miliamperes de corriente directa al control de combustión, y es mediante esta señal que el control se entera que el quemador a encendido exitosamente, completando así el ciclo de encendido quedando en operación normal a fuego bajo (figura 6.26).

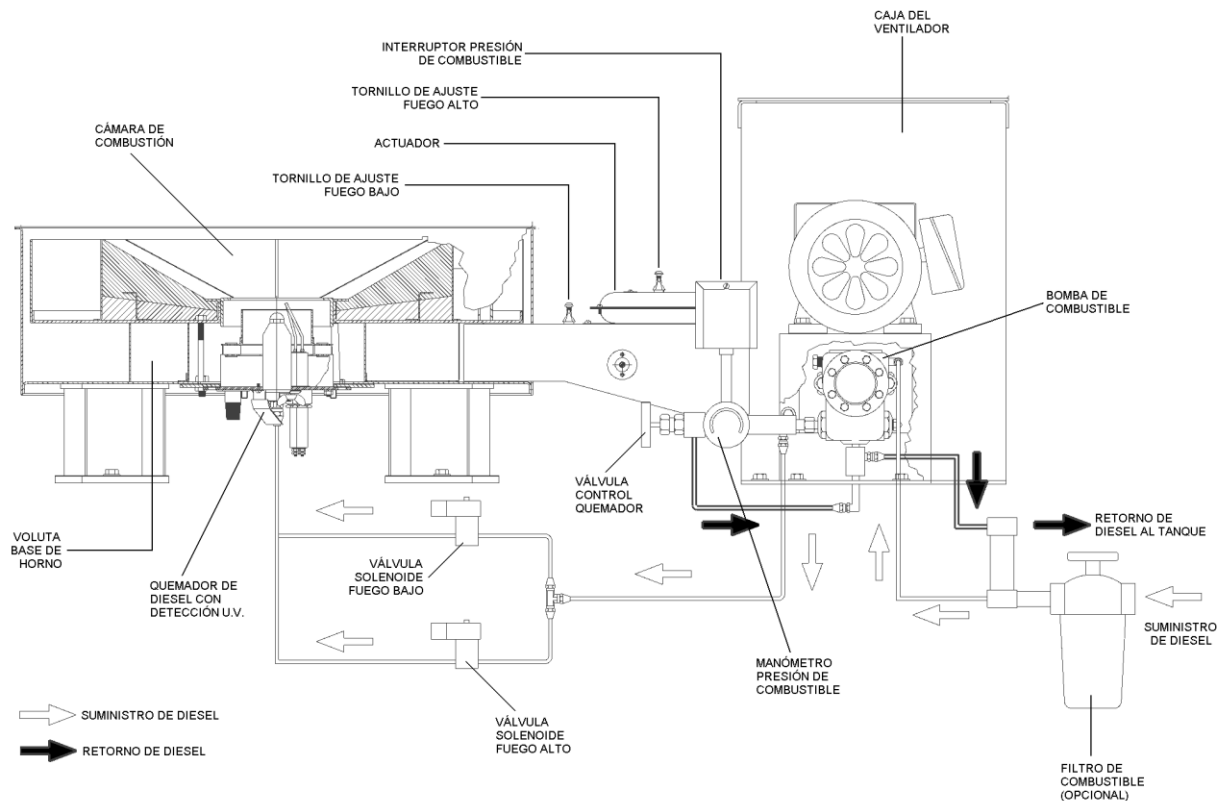


Figura 6.26. Sistema diésel-aire-combustible.

6.9 Seguridad en el área de calderas

La seguridad se encarga de evitar que los trabajadores de una empresa sufran accidentes de trabajo.

La higiene industrial es la ciencia dedicada a la participación, reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores o elementos estresantes del ambiente en el lugar de trabajo, los cuales pueden causar enfermedad, deterioro de la salud, incomodidad e ineficiencia de importancia entre trabajadores.

Las reglas generales para prevenir, eliminar los peligros o reducirlos a niveles aceptables en función de la salud y la seguridad de los empleados, y partes involucradas se describen en los párrafos siguientes.

6.9.1 Orden y limpieza

El orden y la limpieza son parte de la prevención de los riesgos; son de gran importancia, ya que la falta de los mismos en los centros laborales son las causas de un gran número de accidentes. Con orden, limpieza y la prevención de riesgos de trabajo se obtiene un ambiente más agradable para el desarrollo de las actividades laborales.

- Después de realizar un mantenimiento preventivo el área de calderas debe quedar libre de material sobrante y herramienta utilizada.
- Quitar del piso grasas, aceites, combustible y cualquier otro líquido.
- El operador es encargado de realizar el respectivo mantenimiento de limpieza en el área de calderas.

6.9.2 Normas de seguridad en el área de calderas

El personal de operación y mantenimiento debe inspeccionar los generadores con frecuencia en búsqueda de fugas, combustión correcta, funcionamiento de los dispositivos de seguridad e indicadores, así como otras funciones tales como mantener el área libre de obstáculos para garantizar una pronta reacción en caso de un accidente y utilizar un adecuado equipo de protección personal al estar en el área de calderas; para esto se debe seguir un normativo aplicable en el área al momento de operar la caldera y realizar mantenimiento a la misma. Este normativo se describe a continuación:

- Antes de manejar conexiones eléctricas, reparaciones y ajustes, desconectar el interruptor eléctrico y colocar la etiqueta de aviso.
- Los alambres o conductores que se encuentren sueltos deben considerarse con corriente o vivos.
- Los cables de alimentación eléctrica deben estar protegidos con un aislante y si es necesario entubados.
- Los tableros eléctricos deben permanecer cerrados y libres de exposición al agua u otro agente que puedan dañarlos.

- Evitar el contacto con superficies calientes.
- Asegurarse que termómetros, manómetros y válvulas estén en buenas condiciones y en funcionamiento.
- Al realizar un mantenimiento, se debe delimitar el área para evitar el ingreso de personas ajenas, y colocar los respectivos avisos.
- Antes de iniciar un mantenimiento en la tubería de vapor, primero asegurarse de cerrar las válvulas respectivas y despresurizar la tubería.
- Evitar fugas en los diferentes accesorios del equipo y formaciones de películas de agua y/o combustibles en el piso.
- Mantener manos, brazos, y demás partes del cuerpo así como las prendas de vestir, lejos de piezas calientes o en movimiento.
- Evitar todos los contactos del cuerpo con aceites y combustibles.
- Las piezas en movimiento deberán permanecer con su respectiva rejilla protectora.
- No operar los generadores cuando presente fugas de vapor, combustibles, agua o gases de combustión, así como la mala operación de algún dispositivo de seguridad.
- Al momento de realizar un mantenimiento en el interior de la caldera, una persona debe quedarse afuera para emergencias.
- Revisar siempre el nivel del agua como mínimo una vez al día y antes de encender una caldera.
- Nunca encender una caldera sin haber revisado todas las válvulas y que las válvulas de seguridad estén cerradas.
- No abrir una válvula bajo presión rápidamente, para evitar daños de golpe de ariete en las tuberías.
- No subir la presión de un generador sin haber revisado las válvulas de seguridad.
- Nunca reemplazar las válvulas de seguridad con una de mayor capacidad.

- No ajustar una tuerca o rosca que esté bajo presión de vapor o de aire.
- No permitir que, personas no autorizadas utilicen el equipo de la planta de vapor, si no sufren daños a sí mismos, se lo pueden causar a otras personas.
- El equipo deberá mantenerse en óptimas condiciones de operación y de presentación.
- El área de calderas deberá estar dotada de un sistema de extinción de fuego que contenga extinguidores tipo BC, así como uno de señalización, indicando que es prohibido fumar en el área y que existen productos inflamables.

6.9.3 Equipo de protección personal

- Utilizar guantes de piel, para protección contra riesgo mecánico, eléctrico y térmico.
- Utilizar cascos de seguridad, para proteger la cabeza contra impactos, fuego y productos químicos.
- Utilizar protección auditiva, en presencia de altos niveles de ruido.
- Utilizar protección de vías respiratorias; mascarilla 3M 8247 cuando realice un mantenimiento en uno de los generadores.
- Al momento de realizar un mantenimiento preventivo también debe utilizar anteojos de seguridad o careta protectora. En la siguiente figura se presenta el equipo de protección personal.



Figura 6.27. Equipo de protección personal.

Capítulo 7

Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

El programa de mantenimiento propuesto, propone soluciones inmediatas a las fallas más comunes en el área de calderas y ofrece a los operadores una herramienta para realizar su labor de manera responsabilizada.

Con el diagnóstico situacional se pudo determinar que entre las necesidades más urgentes de la jefatura del departamento de mantenimiento están la elaboración y divulgación entre los operarios, de los procedimientos de mantenimiento preventivo así como de una capacitación constante en el manejo de equipos de casa de máquinas.

Se elaboró el programa de mantenimiento preventivo para los equipos generadores de vapor así como de la red de distribución según recomendaciones de los fabricantes, y del personal operativo y técnico.

Se realizó el diagnóstico situacional del mantenimiento, conociendo las fortalezas y debilidades al respecto. Se encontró que se cuenta con joven necesaria para atender las necesidades de mantenimiento.

7.2 Recomendaciones

Se recomienda a la jefatura correspondiente:

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

Para la realización de la función de mantenimiento se requiere un administrador que realice la planeación, programación, coordinación y control y evaluación de las actividades propias de mantenimiento.

No pasar por alto las solicitudes de mantenimiento por parte de los operarios, ya que esto puede llevar a la desmotivación y a la pérdida de pertenencia del personal operativo.

Al personal de mantenimiento se recomienda:

Realizar las rutinas programadas siguiendo todos los pasos que se indican, sin dejar pasar por alto ninguno por minucioso que se considere. Si surge alguna duda, consultarla con el encargado de mantenimiento.

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

Mantener limpia y libre de obstáculos la casa de máquinas, edificio en el que se encuentran instalados los generadores de vapor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Cuatrecasas Arbós, Luis. (2000). **TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción**. Editorial Gestión 2000.
- [2]. Rey Sacristán, Francisco. (2001). **Manual del mantenimiento integral en la empresa**. Editorial Fundación confemetal. España.
- [3]. Cuatrecasas L, Torrel F. (2010). **TPM en un entorno Lean Management**. Editorial Profit. España.
- [4]. Martínez M, Walter A. (2009). **Gerencia del mantenimiento en hospitales**. Atlantic International University Honolulu, Hawái.
- [5]. Mantenimiento Preventivo. [PDF Portable Format Document]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163 - 2 Capi 1.pdf>.
- [6]. Hernández G, Rafael (2010). **El mantenimiento industrial y el factor humano**. *Ingeniería del mantenimiento en canarias, No. 1*. Disponible en: http://www.tbn.es/templates/images/documents/16_1.pdf.
- [7]. **Mantenimiento Productivo Total**. [PDF Portable Document Format]. Disponible en: http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_44_176_10_295.pdf
- [8]. Cabrera C, Rafael C. (2011). **TPM: Mantenimiento Productivo Total**. [PDF Portable Document Format]. Disponible en: <http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1153/1/TPM+Mantenimiento+Productivo+Total.pdf>.
- [9]. CLAYTON. (2011). Manual de capacitación, Generadores de vapor.

[10]. Calderas del Norte S.A de C.V. **Tratamiento de aguas para calderas.** [PDF Portable Document Format]. Disponible en:

http://www.calderasdelnorte.com.mx/pdf/Tratamiento_de_agua_para_calderas.pdf.

Normas Oficiales Mexicanas

NOM – 020 – STPS – 2011. Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas, funcionamiento – condiciones de seguridad.

NOM – 002 – STPS – 2000. Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.

NOM – 085 – ECOL – 1994. Contaminación atmosférica – Fuentes fijas.

ANEXOS

A. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Manual de procedimientos del programa de mantenimiento preventivo

Con el objetivo de facilitar la ejecución del programa de mantenimiento, es necesario describir los procedimientos mencionados en la sección 5.5. El manual de procedimientos que se presenta describe cada una de las tareas de mantenimiento para llevarlas a cabo de manera correcta. Los puntos tratados se muestran a continuación.

1. Dren del filtro de combustible de hojas
2. Tomar lectura de manómetros de presión
3. Muestra de agua de la bomba de alimentación
4. Reactivos químicos
5. Limpieza del quemador
6. Funcionamiento de la válvula de purga automática
7. Regenerado del suavizador de agua
8. Prueba del control de flama (ESC)
9. Limpieza del filtro de agua
10. Limpieza del rotor del ventilador
11. Limpieza de la válvula de purga automática
12. Prueba de la válvula de seguridad
13. Presión de la voluta del quemador
14. Interruptor del nivel de aceite de la bomba de agua (PLS)
15. Temperatura de la chimenea
16. Válvula de retención de la bomba de agua

17. Válvula de alivio
18. Revisar bandas y poleas
19. Detección de incrustación
20. Válvulas de cierre
21. Válvulas de seguridad
22. Diagnóstico de falla de encendido del quemador
23. Secuencia de arranque
24. Deshollinamiento
25. Purga del generador
26. Análisis para agua de alimentación Clayton (UH28283)
27. Procedimiento de prueba para el agua de alimentación

1. Dren del filtro de combustible de hojas.

Girar la manija sin fin del filtro de combustible 10 vueltas en un sentido y 10 de regreso durante este proceso retire el tapón de drene del filtro y abra ligeramente el paso de combustible para que haya flujo y de esta forma liberar partículas sólidas y humedad propias del almacenaje del combustible.

En caso de tener instalado un filtro de cartucho intercambiable solamente retire el elemento y sustitúyalo por uno nuevo.

2. Tomar lectura de manómetros de presión.

Durante la operación normal y en condiciones normales de presión de vapor, anote en la bitácora las lecturas de los manómetros de presión de vapor, de alimentación al generador, trampa de vapor y Combustible.

3. Muestra de agua de la bomba de alimentación.

Tome una muestra de agua abriendo la válvula de muestreo de la bomba de agua de alimentación al Generador. Mida la dureza del agua, el valor de pH, cantidad de sólidos disueltos totales, y cantidad de sulfitos residuales, anote los valores obtenidos en la bitácora de operación.

4. Reactivos químicos.

Agregue al tanque de reactivos, la cantidad calculada de compuesto químico (oxiclay y policlay) y anote la cantidad, hora y ajuste de la bomba dosificadora. Para calcular la cantidad recomendada vea la sección 6.7.11 Dosificación de productos químicos.

5. Limpieza del quemador.

Para realizar esta actividad siga las siguientes instrucciones:

- Desacoplar la línea de combustible. Desconectar los cables y desatornillar las mariposas que lo sujetan.
- Desarme, limpie y retire todo el carbón acumulado en el cono y electrodos (ver Nota). Retire las boquillas, desatornille el filtro de la misma y lave con gasolina o solvente y aire comprimido.
- Revisar que el orificio de la boquilla no tenga basura que obstruya el flujo de combustible, de ser así, lavar con gasolina o solvente y aire comprimido.



NOTA

No use instrumentos punzo cortantes para limpiar las boquillas. Una leve ralladura puede Afectar las condiciones de atomización de la misma.



PRECAUCIÓN

Se recomienda quitar las boquillas una a la vez, para no perder el orden de colocación correspondiente (ver figura 5.2). Monte el quemador en la unidad y encienda a manera de comprobar que la operación del mismo sea la correcta.

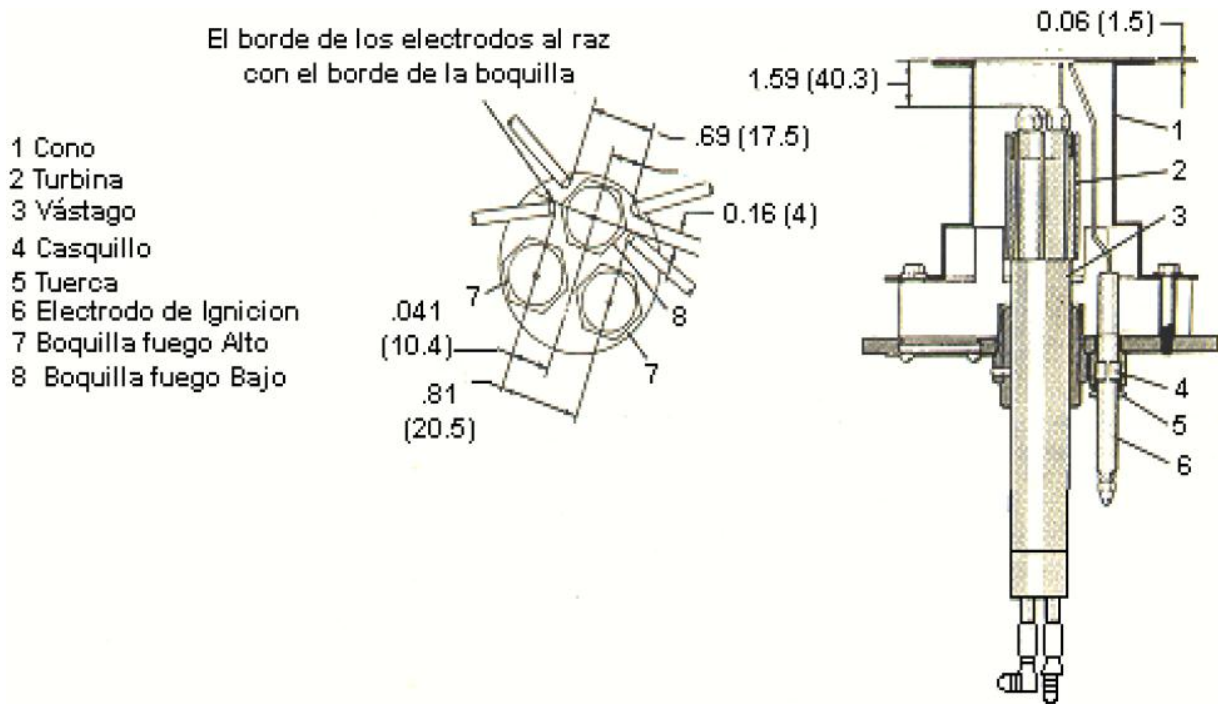


Figura 1. Colocación de boquillas en el quemador.

6. Funcionamiento de la válvula de purga automática.

Abra la válvula de descarga (ver figura 5.3) y mida el volumen de agua que desalojo durante 15 minutos y anote el valor, note que el flujo sólo ocurre cuando abre la trampa de vapor. El flujo de descarga debe estar de acuerdo con lo recomendado por su asesor químico Clayton ya que la cantidad de agua desalojada, tiene una relación directa con la concentración de solidos disueltos totales en donde el valor máximo permitido es de 6000 ppm.

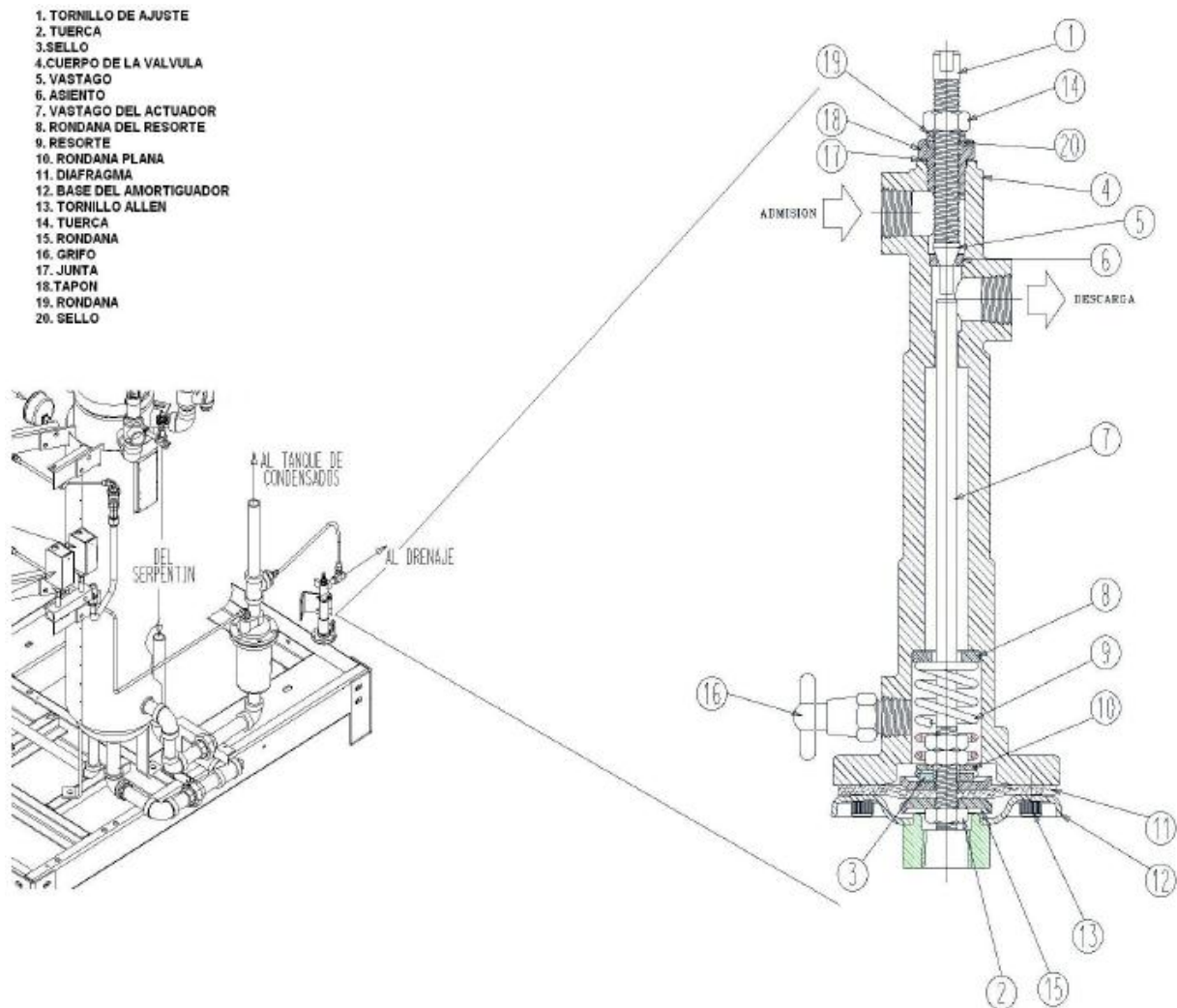


Figura 5. 3. Válvula de purga automática.

7. Regenerado del suavizador de agua.

La frecuencia del regenerado depende primordialmente, de la capacidad del suavizador, dureza y consumo de agua. Este tema se trata con detalle en la sección 6.7 Tratamiento del agua de alimentación.

8. Prueba del control de flama (ESC).

Simule una falla por pérdida de flama desacoplando la fotocelda UV o desconectando el cable de la fotocelda IR o Electrodo rectificador según sea el caso.

A partir de este momento el control de flama deberá apagar el quemador deshabilitando eléctricamente las válvulas de combustible en un lapso de tiempo de aproximadamente cinco segundos. Después de la prueba, reinstale la fotocelda. Si el resultado no es el esperado habrá que determinar cuál de los elementos podría estar fallando.

9. Limpieza del filtro de agua.

Cierre la válvula de alimentación de la bomba Clayton. Desenrosque el tapón del filtro de agua y retire el cedazo del compartimento. Límpielo perfectamente y reinstale el elemento, tapón del filtro y abra la válvula de alimentación de la bomba de agua.

10. Limpieza del rotor del ventilador.

Quite la tapa del registro de la caja del ventilador. Inserte la herramienta con la parte curva hacia el aspa del ventilador. Muévela de un lado a otro, hasta limpiar la superficie de todas las aspas e instale nuevamente la tapa del registro.

11. Limpieza de la válvula de purga automática.

Abra el grifo de drene de la purga automática y el grifo de la “T” en la base de la Válvula de drene hasta que salgan los lodos acumulados. Podría ser necesario desmontar la válvula y desarmarla para su limpieza.

12. Prueba de la válvula de seguridad.

Ajuste el interruptor de presión de vapor para que exceda el punto de disparo de la válvula de seguridad. Deje que la presión aumente, cerrando gradualmente la Válvula de descarga de vapor hasta que la válvula dispare. En caso contrario abra inmediatamente la válvula de descarga de vapor y programe el cambio de la válvula de seguridad a la brevedad.

Después de la prueba reajuste el interruptor de presión de vapor a su presión de trabajo original.

13. Presión de la voluta del quemador.

Conecte la manguera de una columna de agua, en el niple de 1/8” provisto en la voluta. Compare la lectura actual con las lecturas anteriores. Una lectura 10% menor, podría indicar la necesidad de limpiar las aspas del ventilador.

14. Interruptor del nivel de aceite de la bomba de agua (PLS).

Realizar esta actividad siguiendo las instrucciones que siguen.

- Este es un dispositivo de seguridad: Retire la cubierta del interruptor. En su interior se encuentra instalado un micro interruptor acoplado a una leva y está a un flotador que entra en contacto con el aceite del interior del cárter, misma que deberá mantenerse en posición horizontal cuando el nivel de aceite es correcto. Con el generador de vapor en operación, accione la leva del interruptor manualmente, hacia arriba en este momento se activara el interruptor y detendrá la operación del generador ya que se a simulado una condición de alto nivel de aceite en el cárter. Arranque el equipo nuevamente y accione manualmente la leva del interruptor pero ahora hacia abajo, en este momento se activara el interruptor simulado una condición de bajo nivel y de igual forma se detendrá la operación del generador de vapor.

Si el resultado no fue el mencionado en este fragmento. Revise que no exista algún falso contacto en las conexiones de este dispositivo, antes de tomar la decisión de cambiar el micro interruptor.

- Ante un alto nivel de aceite se debe a la rotura de alguno de los diafragmas y será necesario cambiarlos.
- En el caso de bajo nivel de aceite podría ser que la fuga se encuentre en la unión entre el cárter y el diafragma, o los retenes del cigüeñal en malas condiciones. Para el primer caso solo reapriete las tuercas de sujeción a 200 lb. Para el segundo caso es necesario cambiar los retenes.

15. Temperatura de la chimenea.

Observe y registre la temperatura del termómetro montado en la chimenea. Compárela con las lecturas del arranque inicial. Si registra un aumento de 28°C podría ser un síntoma de hollinamiento o incrustación de la unidad de calentamiento.



NOTA

La temperatura en la chimenea también puede verse afectada por algún cambio en la temperatura del agua de alimentación.

16. Válvula de retención de la bomba de agua.

Limpiar y rectificar el disco de válvula de retención de la bomba de agua, bajo el siguiente procedimiento:

- Destornille el tapón de la válvula de retención y sin desacoplar su disco y resorte, revise que el disco no esté muy marcado por los efectos del trabajo. De ser así rectifique la superficie del disco con una lija de agua del Número 360 o 400 apoyada sobre la superficie de un espejo o un vidrio plano.
- Empiece a asentar el disco en forma de 8 esto es con el fin de que el lapeado del disco sea uniforme.
- Continúe con esta operación hasta que la marca del asiento en el disco desaparezca y reinstale nuevamente.
- Repita este procedimiento con las válvulas de admisión y descarga de los cabezales de la bomba retirándolas una por una.



NOTA

Los discos deben estar totalmente lisos y planos para que la bomba de agua no pierda compresión y su flujo sea el correcto.



PRECAUCIÓN

Los resortes de las válvulas de admisión son más cortos que los de las válvulas de descarga. Tenga cuidado de no intercambiarlos, ya que esto ocasionará pérdida gradual de flujo al sistema. Redundando en un paro de seguridad por falta de agua.

17. Válvula de alivio.

Compruebe que la Válvula de Alivio de la bomba de agua abra a 28 Kg/cm² cerrando gradualmente la válvula de alimentación a la unidad de calentamiento hasta alcanzar este valor. En este momento se podrá observar en la válvula un goteo. Una vez comprobado su disparo abra nuevamente en su totalidad la válvula de alimentación a la unidad de calentamiento.

18. Revisar bandas y poleas.

Para realinear, retire la guarda que cubre las bandas y afloje los tornillos de montaje que fijan el motor al chasis. La polea debe estar muy bien alineada para evitar el desgaste prematuro de las bandas.

19. Detección de incrustación.

Compare las lecturas registradas de las presiones de descarga de vapor y agua de alimentación tomando como punto de referencia las del arranque inicial.



NOTA

Para efectos de comparación, el registro de presiones debe hacerse siempre a una presión de vapor constante y estable y a temperaturas de agua de alimentación de entre 85 a 92°C.

La presión de alimentación regularmente se encuentra de 125 a 150 lb/pulg² en fuego bajo y de 150 a 250 lb/pulg² en fuego alto (aplica para equipos que trabajan a presiones de 100 lb). Si aumenta 50 lb más que el valor antes mencionado, el generador ya presenta síntomas de incrustación en la unidad de calentamiento.

Es responsabilidad del operador realizar ciertas rutinas de inspección durante el tiempo que el equipo este bajo su dominio y control. Como son el análisis químico del agua del tanque de condensados, regenerado del suavizador, dosificación y titulación del compuesto químico, y purgas programadas del generador de vapor. Estas tareas no se deben omitir bajo ningún concepto ya que redundan en paros no programados por: incrustación, corrosión por un PH mal ajustado, corrosión por oxígeno, y azolve (lodos). Ocasionando que se eleven considerablemente los costos de operación. Además de causarle daños prematuros al equipo acortando su tiempo de vida útil.

20. Válvulas de cierre

- Operar la válvula para asegurarse de su funcionamiento correcto.
- Si el vástago gira libremente apretar los tornillos de la tapa de ajuste hasta que los resultados de las operaciones sean adecuados. Si el vástago se traba, lubríquelo. Si hay que aflojar los tornillos de la tapa de ajuste para librar el vástago reajústelos apropiadamente.
- Lubricar con grasa o lubricante denso siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- Si es necesario desmontarla, quitar todo el lubricante endurecido en el vástago, las ranuras o partes del sistema de lubricación, al re ensamblar, rellenar con lubricante adecuado según las recomendaciones del fabricante.

21. Válvulas de seguridad

- Chequear cada válvula para ver si tiene escapes. Repare y esmerile cuando sea necesario.
- Operar las válvulas manualmente hasta que la presión llegue al punto de seguridad. Observe si la válvula opera en forma adecuada. Repare cualquier falla de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

22. Diagnóstico de falla de encendido del quemador

Siempre que intentamos reparar o encontrar alguna falla, es muy importante seguir una secuencia lógica, es decir, hay que ir eliminando posibilidades, hasta encontrar la falla de forma acertada.

Es importante seguir una secuencia lógica, para así localizar con mayor facilidad la falla y poder tomar las acciones pertinentes para solucionar el problema.

Para ello seguiremos los siguientes pasos en el orden recomendado para la detección del problema:

- Verifique si físicamente la flama se ha generado.
- Si esto es correcto descarte las siguientes probabilidades: presión de combustible, arco eléctrico y aire de combustión (no es necesario revisarlas).
- Y proceda en cambio a retirar la fotocelda del quemador y limpie su lente, así como el receptáculo de la misma y pruebe un arranque, dejando que termine su ciclo de ignición si esta prueba es superada el problema ha sido resuelto. De lo contrario la fotocelda podría estar dañada o incluso el control de flama o modulo amplificador (aplica en algunos modelos).
- En caso contrario verificar los siguientes puntos
- Verificar que la presión de combustible sea la correcta
- Asegurarse que el transformador de ignición este generando de forma eficiente el arco eléctrico en el quemador
- Que exista un flujo de aire de combustión adecuado
- Si el problema persiste desmonte, limpie y ajuste el quemador del equipo y revise que el o los electrodos no presente alguna fisura en el aislamiento de porcelana ya que pudiera estar generando el arco eléctrico en un lugar diferente al de las puntas.

NOTA: siempre cerciórese de que no exista algún falso contacto antes de dar por finalizado su diagnóstico.

23. Secuencia de Arranque

Primer paso: Antes de arrancar el generador es muy importante revisar los siguientes puntos.

- Comprobar que haya energía eléctrica.
- Verificar que haya combustible (diésel) en el tanque de almacenamiento.
- Probar la dureza del agua a la salida del suavizador.
- Revisar el nivel del agua en el tanque de condensados.
- Cebear los cabezales: Afloje los tapones de cada cabezal, para permitir que sea liberado el aire contenido en las columnas de la bomba de agua y apriete nuevamente. (Aplica solo en los casos de arranque inicial después del cambio de diafragmas o reparación mayor de la bomba).
- Calcular y preparar la dosificación de compuestos químicos Clayton (**oxiclay y policlay**) para las horas de servicio que habrá de trabajar el equipo.

NOTA: No se recomienda preparar compuesto para periodos superiores a ocho horas de trabajo.

- Agregar un choque químico directamente al tanque de condensados (misma dosificación de compuesto calculado, verterlo directamente al tanque).

NOTA: Aplica solo en los casos de arranque inicial y/o en donde el equipo estuvo fuera de servicio por más de 72 horas.

Segundo paso:

- Cerrar la válvula de descarga de vapor. (Componente opcional, suministrados por el Cliente).
- Cerrar la válvula de purga del serpentín.
- Cerrar la válvula de purga del separador.
- Cerrar la válvula del soplador de hollín.

Tercer paso:

- Abra la válvula de alimentación a la bomba de agua.
- Abra la válvula de alimentación de agua a la unidad de calentamiento.
- Abra la válvula de retorno de la trampa de vapor.
- Abra la válvula de control del quemador.

Cuarto paso: Puesta en marcha.

- Liberar el botón de paro de emergencia
- Colocar el interruptor del “**quemador**” en la posición de fuego bajo.
- Colocar el interruptor de “**operación-llenado**” en la posición de “**llenado**”.
- Oprimir el botón de **arranque** para poner en operación el motor del ventilador y bomba de agua del Generador.
- Espere a que la unidad de calentamiento se llene, esto sucederá en aproximadamente cinco minutos y se podrá comprobar cuando se observe un flujo continuo de agua en la válvula de inspección de llenado (drene por gravedad) ubicada entre el separador y la unidad de calentamiento.
- Una vez finalizado este proceso, coloque el interruptor de “**operación-llenado**” en la posición de “**operación**” y cierre la válvula de control del quemador, para que éste encienda. Observe como al momento de cerrar esta válvula aumente la presión de combustible en el manómetro.
- Al encender el quemador espere a que el equipo cicle tres veces por presión (encienda y apague) en forma automática, para dar tiempo a la trampa de vapor de eliminar el exceso de agua contenida en el separador. Además de permitir que se homogenicen las temperaturas en la unidad de calentamiento.
- Coloque el interruptor de “**quemador**” en la posición de fuego “**alto y bajo**”.
- A continuación abrir lentamente la válvula de descarga de vapor, para permitir que se eleve gradualmente la presión en las líneas de transporte de vapor.

A partir de este momento la operación del generador es totalmente automática.

24. Deshollinamiento

Siempre que tengamos la presencia de humo negro en la chimenea, nos provocará que se holline la unidad de calentamiento del generador de vapor, esto es debido a una mala combustión en el quemador, es decir, que la relación de aire y combustible no es la correcta.

El hollín se presenta comúnmente en equipos que usan como fuente de combustible diésel o combustóleo.

Hollín. Es combustible parcialmente quemado que adquiere una coloración negra debido a la falta de oxígeno.

A continuación se enlistan los síntomas de hollín acumulado en la unidad de calentamiento:

- Presencia de humo negro en la chimenea.
- Pérdida gradual de la eficiencia del Generador.
- Se Incrementa el consumo de combustible.
- Se Incrementa la temperatura en la chimenea.
- Se presenta alta temperatura en la unidad de calentamiento con posible disparo en el control WFTC (Dispositivo de Seguridad por falta de agua).
- Provoca la obstrucción de flujo de los gases combustión con posible salida de la flama por la base del quemador.

El soplado de hollín debe realizarse cada 8 horas de operación o al final de la jornada de trabajo, lo que se cumpla primero. Anotar la hora en que se realiza el deshollinado.

Para efectuar esta labor ponga en práctica los siguientes pasos:

- Para remover el hollín de la unidad de calentamiento opere el equipo a la presión normal de operación. Verifique que el grifo de drene situado en la línea que va del soplador a la unidad de calentamiento este bien cerrado. Abra la válvula sopladora de hollín y simultáneamente cierre lentamente la válvula de descarga de vapor, de tal forma que la presión de vapor se pueda sostener al máximo posible durante este proceso. La válvula sopladora de hollín deberá permanecer completamente abierta.
- Sostenga por 30 segundos este proceso. Observando que la presión no baje a menos de 5 kg/cm², una vez transcurrido este tiempo cierre nuevamente la válvula por 2 minutos hasta recuperar la máxima presión del equipo pero sin alcanzar la presión de paro y repita el proceso hasta por tres ocasiones.
- Cierre bien la válvula sopladora y abra el grifo para drenar el condensado que llegue a formar y para garantizar que la válvula sopladora no presenta fuga. La válvula de descarga de vapor deberá ser abierta nuevamente para restituir el suministro de vapor a proceso.
- Esta operación puede repetirse con mayor frecuencia si persisten indicios de hollinamiento. Si se ha acumulado un exceso de hollín sobre la unidad de calentamiento realice un lavado manual a base de agua caliente y detergente en polvo por la parte superior de la unidad.

25. Purga del generador

Anotar la hora en que se realiza la purga.



NOTA.

Si la Unidad opera continuamente, purgue el sistema cada ocho horas de operación. Es necesario enfatizar que la purga es una **obligación** en la rutina de mantenimiento diario.

Para purgar el generador, lleve a cabo los siguientes pasos:

- Con el quemador del generador operando a su máxima capacidad (Fuego Alto) y a su presión normal de trabajo mantenga por un espacio de 3 minutos esta condición. Posteriormente cierre lentamente la válvula de descarga de vapor o venteo atmosférico, hasta que la presión del mismo quede justamente 1/2 Kg por debajo del punto de corte del interruptor modulador de presión de vapor (MPS).
- Coloque el interruptor “**bomba de agua**” en la posición de “**purga**” y cierre la válvula de alimentación a la bomba.
- Abra la válvula de purga de la unidad de calentamiento y la válvula drene del separador.
- Continué cerrando progresivamente la válvula de descarga para mantener la presión de vapor justamente debajo del punto de corte del interruptor de presión. Esto permitirá la operación continua del quemador. Ya que es importante el factor temperatura durante este proceso.
- Después de treinta segundos apague el quemador, abriendo la válvula de control del quemador para generadores con quemador para diésel.
- Presione el botón de paro para que se detenga totalmente el Generador. Cierre en su totalidad la válvula de descarga de vapor.
- Cuando la presión de vapor llegue a cero, cierre las válvulas siguientes:
 - ◆ Válvula de la trampa de vapor.
 - ◆ Válvula de purga de la unidad de calentamiento.
 - ◆ Válvula de purga del separador.
- Si el paro se lleva a cabo apropiadamente, únicamente una pequeña cantidad de vapor y salpicaduras de agua serán visibles por algunos segundos, cuando se abre la válvula de drene por gravedad. En caso contrario si se aprecia un flujo de agua esto nos indica que el procedimiento de purga no fue realizado adecuadamente y deberá repetirse este procedimiento.
- Para continuar con la operación normal del equipo repita los pasos de arranque. En caso contrario, suspenda la operación de la bomba

dosificadora y bomba de refuerzo, además de cortar el suministro eléctrico al equipo para dejarlo fuera de servicio.



Nota

Se requiere de una válvula de venteo atmosférico para controlar la presión de vapor, cuando se realiza el procedimiento de purga o carburación del generador ya que para ambos procedimientos se deberán mantener condiciones estables de presión y esto se consigue liberando vapor a la atmosfera.

Si el generador opera continuamente, se podrá utilizar algún método de purga automática para controlar el total de sólidos Disueltos.

26. Análisis para agua de alimentación Clayton (UH28283)

Para verificar el control adecuado del tratamiento interno y asegurar una efectiva protección contra la corrosión y la incrustación, se recomienda realizar diariamente los análisis de agua, utilizando el equipo para análisis de agua Clayton (número de parte **UH28283**). Haga los análisis como a continuación se detallan y anote sus resultados en la bitácora de mantenimiento.

■ Agua Suave (sólo prueba de dureza)

Se toma en la descarga de agua suave del suavizador antes de iniciar la jornada de trabajo del generador de vapor. La muestra se toma en la botella de plástico incluida en el juego probador o en cualquier otra de similar capacidad. Deje la válvula de muestreo abierta durante treinta segundos para que se limpie la línea. Lave el frasco con agua limpia antes de tomar la muestra.

■ Agua de alimentación (Prueba de pH, Sulfitos Residuales, Sólidos Disueltos Totales y Dureza)

Esta muestra debe tomarse en la válvula de muestreo o en el grifo del cabezal de la bomba de agua, dos horas después de poner en marcha el Generador y de haber agregado los productos químicos y puestos en operación la(s) bomba(s)

dosificadora. Lave la botella de muestra antes de llenarla y tome las precauciones necesarias para no quemarse, debido a la temperatura del agua de alimentación. Llene completamente la botella y deje que se enfríe a temperatura ambiente. Haga las pruebas de inmediato iniciando con la de sulfitos residuales.

27. Procedimiento de prueba para el agua de alimentación

■ Pruebas de Sulfitos Residuales

- ◆ Llenar el frasco de prueba hasta la línea de 5 mililitros con la muestra de agua a analizar.
- ◆ Agregar con cuidado 15 gotas de solución acondicionadora para sulfitos S-1 y agitar.
- ◆ Adicionar 4 gotas de la solución indicadora para sulfitos S-2 y agitar.
- ◆ Lentamente adicionar gota a gota la solución valoradora de sulfitos S-3, agitando hasta que vire la muestra de incoloro a azul. El número de gotas gastada se multiplicará por 6 para conocer las partes por millón de sulfito residual del agua, es decir 1 gota = 6 ppm.
- ◆ Anote sus resultados en la bitácora de operación.

■ Prueba de Dureza

- ◆ Llène el frasco de prueba hasta la línea (5 ml.) con la muestra de agua tomada.
- ◆ Agregue 15 gotas de la solución H-1 y agite.
- ◆ Agregue 2 gotas de la solución H-2 y agite. Si al hacerlo aparece un color Azul Verdoso, el agua es suave; si aparece un color Rojo Púrpura, el agua es dura. Si el agua es dura, continúe con el siguiente paso.
- ◆ Agregue la solución H-3, gota a gota con el gotero en posición vertical, agitando después de cada gota. Cuente el número de gotas necesarias para pasar de Rojo Púrpura a Azul Verdoso. Multiplique el número de gotas de la solución H-3 utilizadas por el factor indicado en la botella para obtener la dureza presente expresada en ppm.

- ♦ Al reponer la solución H-3, verifique el factor que corresponde a cada gota. No utilice la solución H-3 para cuantificar dureza total del agua cruda.
- ♦ Anote sus resultados en la Bitácora de Mantenimiento.



Precaución

Las siguientes dos pruebas se deberán hacer con agua de alimentación a temperatura ambiente.

■ Prueba de pH

- ♦ Enjuague la pluma con el agua de alimentación.
- ♦ Mida 20 ml. de agua en el vaso de precipitados.
- ♦ Proceda a sumergir la pluma en la muestra.
- ♦ Encienda el interruptor y tome la lectura en la pantalla.
- ♦ Anote la lectura en la Bitácora.
- ♦ Verifique en la pantalla si el valor indicado se encuentra en PH o sólidos disueltos totales. Para cambiar presione el botón SET/ HOLD.

■ Prueba de Sólidos Disueltos Totales

- ♦ Enjuague la pluma con el agua de alimentación.
- ♦ Mida 20 ml. de agua en el vaso de precipitados.
- ♦ Proceda a sumergir la pluma en la muestra.
- ♦ Encienda el interruptor y verifique en la pantalla aparezca p.p.t; en caso contrario presione el botón de SET/HOLD para realizar el cambio.
- ♦ Tome la lectura en la pantalla y multiplique por el factor que aparece en el margen izquierdo superior, así obtendrá la cantidad de sólidos disueltos totales en ppm.
- ♦ Anote sus resultados en la Bitácora de Mantenimiento.

B. SÍNTOMA, DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN POSIBLE

Sistema de agua

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
LA BOMBA DE AGUA NO MANTIENE EL VOLUMEN ADECUADO DE AGUA HACIA LA CALDERA CAUSANDO INTERRUPCIÓN TERMOSTÁTICA.	La válvula de purga de la unidad abierta o fugándose.	Cierre o cambie la válvula de purga de la unidad de calentamiento.
	La bomba de agua no está cebada correctamente.	Cebe la bomba de agua.
	Insuficiente caudal de agua hacia la bomba de agua.	Revise el nivel de agua en el tanque de condensados. Asegúrese que la válvula de admisión a la bomba de agua esté abierta totalmente.
	Filtro de la línea de alimentación obstruido.	Desmunte y limpie la malla del filtro de agua.
	Salida del tanque de condensados obstruida.	Revise y drene el tanque de condensados.
	Agua de alimentación hirviendo o muy caliente en el tanque de condensados.	Corrija la causa de la excesiva temperatura del retorno de condensados. Inspeccione la trampa de vapor y la válvula de la trampa de vapor.
	Las válvulas de retención de la bomba de agua no operan adecuadamente.	Limpie e inspeccione las válvulas de retención.
	Bajo voltaje causando que el motor opere a menos revoluciones.	Busque y corrija la causa del bajo voltaje.
	Unidad de calentamiento restringida causando excesiva contrapresión en la línea de alimentación.	Observe la presión de alimentación para verificar si hay restricción.
	El tanque de condensados no tiene la elevación suficiente.	Consulte sobre la instalación del tanque de condensados.
OPERACIÓN RUIDOSA DE LA UNIDAD DE CALENTAMIENTO.	Amortiguador de admisión o descarga obstruido o dañado.	Limpie el amortiguador. Cámbielo si es necesario.
	Baleros de la bomba dañados.	Cambie los baleros.
	Unidad de calentamiento restringida causando excesiva contrapresión.	Observe la presión de alimentación para verificar si la unidad está incrustada.
	Agua de alimentación hirviendo o muy caliente a causa del retorno de condensados.	Corrija el exceso de temperatura en el retorno. Revise la trampa de vapor, así como la válvula de la trampa de vapor que esté funcionando correctamente.
SOBRECALENTAMIENTO EN EL TANQUE DE CONDENSADOS.	Falla la solenoide de la bomba de agua o trampa de vapor abierta permanentemente.	Abra parcialmente la válvula de drene del separador hasta corregir la falla.
LA LECTURA DEL MANÓMETRO DE LA TRAMPA ES CERO.	Trampa de vapor cerrada, manómetro dañado o línea cerrada (tapada).	Asegúrese que la bomba de agua esté operando a capacidad normal.
	La trampa está pegada.	Cerciórese que la trampa funcione correctamente.
LA LECTURA DEL MANÓMETRO DE LA TRAMPA ES FIJA.	Trampa de vapor abierta en forma permanente.	Asegúrese de que la bomba de agua esté operando a la capacidad normal. Cerciórese de que la trampa funcione correctamente.
NIVEL DE ACEITE.	El interruptor de nivel de aceite de la bomba de agua ha interrumpido la operación de la caldera, debido a que el nivel de aceite dentro de la bomba de agua no es el adecuado.	Revise el nivel de aceite dentro de la bomba de agua. Si el nivel de aceite es demasiado alto o muy bajo, revise si está roto alguno de los diafragmas.

Sistema de combustible (Unidad con quemador para diésel)

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
<p>PRESIÓN DE COMBUSTIBLE BAJA O NULA.</p> <p>Precaución: Pare la unidad inmediatamente para evitar daños a la bomba de combustible.</p>	Aire en la línea de suministro de combustible causando que la bomba se descebe.	La línea de succión debe estar perfectamente sellada y eliminar las bolsas de aire.
	Bomba de combustible dañada. Abastecimiento de combustible agotado o línea de suministro de combustible restringida.	Cambie la bomba de combustible. Revise el suministro de combustible. Asegúrese que todas las válvulas de la línea de suministro a la caldera estén abiertas.
	El combustible se está retornando a través de la válvula de control del quemador.	La válvula de control del quemador debe estar totalmente cerrada para obtener la presión adecuada.
	Presión de combustible no ajustada adecuadamente.	Ajuste la presión de combustible.
<p>EL QUEMADOR GOTEA DIESEL</p>	Válvula solenoide de combustible no asienta correctamente.	Revise y limpie la válvula solenoide de combustible.
	Boquilla del quemador floja o carbonizada.	Desmunte y limpie las boquillas del quemador.
	Electrodos de ignición mal ajustados dentro del ángulo de atomización.	Desmunte el quemador y revise el ajuste de los electrodos de ignición.
<p>EL QUEMADOR FALLA AL ENCENDER</p>	<p>Falla la ignición.</p>	Ajuste los electrodos de ignición.
		Revise el transformador y el cable de ignición del quemador.
		Pruebe el transformador de ignición. La chispa debe ser fuerte y constante a 10 mm. de distancia. Busque la causa de un bajo voltaje temporal o intermitente que pudiera motivar chispa débil del transformador de ignición. Cambie Transformador.
	Falla del interruptor de presión de combustible.	Revise y ajuste el interruptor de presión de combustible.
	Boquilla no reinstalada en el quemador.	Asegúrese reinstalar la boquilla en el quemador después de la limpieza.
	Válvula solenoide de fuego bajo no abre.	Revise si está quemada la bobina de la válvula solenoide.
	Boquilla del quemador obstruida.	Desmunte el quemador para limpiarlo
<p>OPERACIÓN PARCIAL O INADECUADA DEL QUEMADOR CAUSANDO BAJA PRESIÓN DE VAPOR, BAJO CARGA NORMAL.</p>	Baja presión de combustible.	Consulte baja presión de combustible.
	Mezcla inadecuada de aire-combustible.	Ajuste la compuerta de aire. Limpie el interior de las aspas del ventilador.
	Unidad de calentamiento hollinada.	Si el hollín no puede eliminarse con el soplador de hollín, lave dicha unidad.
	Aire insuficiente al cuarto de calderas.	Instale un ducto de aire del exterior hacia el ventilador.
	Válvula solenoide de fuego alto falla al abrir.	Revise si las válvulas están dañadas.
	El fuego alto no opera.	Revise que el interruptor modulador de presión de vapor se encuentre normalmente cerrado si hay baja presión de vapor.

Sistema de combustible (Unidades con quemador para diésel). Continuación.

SINTOMA	DIAGNOSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
FUEGO DÉBIL O VACILANTE.	Ducto de la chimenea restringido u hollinado, causando contrapresión en la cámara de combustión.	Elimine el hollín o la restricción. Asegúrese de que el ducto de la chimenea esté instalado correctamente.
	Aire insuficiente al cuarto de calderas.	Instale un ducto de aire del exterior hacia el ventilador.
	Ajuste inadecuado del aire hacia el quemador.	Revise el ajuste de la compuerta de aire.
	Boquilla del quemador carbonizada u obstruida.	Desmunte y limpie las boquillas del quemador.
	Unidad de calentamiento hollinada.	Si el hollín no puede ser eliminado con el soplador de hollín, lave la unidad de calentamiento.
APAGADO VACILANTE DEL QUEMADOR DURANTE LA OPERACIÓN.	Válvula solenoide de combustible no asienta adecuadamente.	Revise y limpie las válvulas solenoides de combustible.
	Boquilla en el quemador floja.	Apriete la boquilla.
	Boquilla del quemador carbonizada.	Desmunte y limpie las boquillas.
HUMO EN LA SALIDA DE LA CHIMENEA. (Para evitar el hollinamiento de la unidad de calentamiento y del quemador, debe corregirse de inmediato esta condición).	Mezcla inadecuada de aire al quemador.	Ajuste de la compuerta de aire.
	Presión de combustible no ajustada adecuadamente.	Si el hollín no puede ser eliminado con el soplador de hollín, lave la unidad de calentamiento.
	Boquillas del quemador carbonizadas, gastadas o flojas.	Limpie y apriete las boquillas. Cámbielas si están gastadas.
	Lodos o impurezas en el combustible, o combustible equivocado.	Asegúrese que el quemador esté limpio, y de usar el combustible adecuado.

Sistema eléctrico

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
MOTOR RUIDOSO O DEMASIADO CALIENTE.	Lubricación insuficiente o baleros en mal estado.	Lubrique los baleros, cámbielos si están dañados.
	Banda del motor desalineada, causando que la flecha se forcé.	Alinee la flecha. El motor debe girar libremente impulsándolo con la mano.
	El motor funciona en una sola fase.	Busque si hay algún fusible fundido en la línea de alimentación.
	Acoplamiento del motor a la bomba floja o en mal estado.	Revise los coples, vea que estén apretados.
ARRANCADOR MAGNÉTICO FALLA AL HACER CONTACTO.	La bobina, opera intermitentemente.	Cambie la bobina, asegure que se instale una bobina de ciclo y voltaje correcto.
	Falla del contacto causado por débil presión del contacto o por carbonización e impurezas o bajo voltaje.	Cambie los contactos.
ARRANCADOR MAGNÉTICO FALLA AL DESCONECTAR.	Contactos soldados debido al arqueo eléctrico o distorsión mecánica.	Cambie los contactos. Corrija la causa de la distorsión.
ARRANCADOR O CONTACTOR ELECTROMAGNÉTICO MUY RUIDOSO.	Alineación del núcleo, bobina inapropiada, distorsión mecánica o superficie de guía dañada o carbonizada.	Revise y limpie el arrancador magnético.
	Contactos del arrancador están carbonizados	Cambie los contactos.
	Bandas del motor desalineadas, causando que la flecha se doble.	Alinee la flecha del motor y las bandas. El motor debe girar libremente con la mano.

Sistema eléctrico. Continuación.

SÍNTOMA	DIAGNÓSTICO	SOLUCIÓN POSIBLE
EL QUEMADOR ENCIENDE PERO SE APAGA EN 2 SEGUNDOS.	Detector de flama o fotocelda sucia o dañada.	Limpie el detector de flama o fotocelda, pruebe la una salida de corriente de 7 a 8 microamperes.
	Relevador de fuego bajo no opera.	Revise el relevador de fuego bajo.
	El suministro de aire no es el adecuado.	Revise el ajuste de la compuerta de aire.
	Terminales eléctricas del control electrónico de seguridad flojas o sucias ocasionando falsos contactos.	Revise que las terminales del control electrónico estén apretadas y limpias.
EL QUEMADOR NO ENCIENDE AÚN CUANDO EXISTE PRESIÓN DE DIESEL.	La bobina de la válvula solenoide no se energiza, o no recibe el voltaje adecuado.	Revise la bobina y compruebe que le llega alimentación eléctrica.
	Falta de alimentación de corriente de 115 V. C.A. al control electrónico de seguridad.	Pruebe en las terminales 2 y 6 del control electrónico de seguridad al suministro correcto de corriente.
	El interruptor de presión de combustible está abierto.	Revise la llegada y salida de corriente al interruptor de presión de combustible.
FALLA EN EL QUEMADOR	El control electrónico de seguridad ha sacado del circuito los controles del quemador debido a una falla de encendido en dicho quemador.	El control electrónico de seguridad deberá restablecerse manualmente antes de intentar encender el quemador.
EL QUEMADOR SE APAGA ANTES DE QUE SE HAYA ALCANZADO LA MÁXIMA PRESIÓN DE VAPOR.	Interrupción termostática debido a la escasez o falta de agua.	Corrija la causa de la falta de agua y restablezca el interruptor.
	Interrupción termostática debido a un sobrecalentamiento en el tanque de condensados.	Revise la temperatura en el tanque de condensados.
LA CALDERA SE PARA ANTES DE ALCANZAR LA MÁXIMA PRESIÓN DE VAPOR.	El interruptor auxiliar del termostato ha actuado interrumpiendo la operación de todo el equipo.	Corrija la causa de la falta de agua, revise el ajuste del interruptor auxiliar del termostato.
EL MOTOR FALLA AL ARRANCAR O SE PARA DURANTE LA OPERACIÓN.	Falta el suministro de corriente o fusible fundido.	Revise el fusible de la línea de alimentación a la unidad.
	Paro por seguridad ocasionado por los elementos térmicos.	Espera de 2 a 3 minutos a que se enfrien los elementos térmicos luego vuelva a arrancar. Busque la causa de la sobrecarga. Vea si el motor se Sobrecalentó debido a algún “corto”.
	Fusibles abiertos.	Cheque los fusibles, cambie los listones, si es necesario.
	Nivel inadecuado de aceite en la bomba de agua.	Corrija el nivel de aceite de la bomba de agua.


C. FICHAS TÉCNICAS DE LOS GENERADORES DE VAPOR

GENERADOR DE VAPOR				
CÓDIGO: CMQ-GV-01	FABRICANTE: CLAYTON			
ALIMENTACIÓN: 220 V CA	MODELO: EO-30			
PUESTA EN OPERACIÓN: NOV 2006	SERIE: 20365			
	AÑO DE FABRICACIÓN: 2004			
	Unidades inglesas		Unidades métricas	
CABALLOS CALDERA	30	BHP	30	CC
SUMINISTRO NETO DE CALOR	1004250	BTU/H	253080	Kcal/h
EVAPORACIÓN EQUIVALENTE	1035	Lb/h	469.5	Kg/h
PRESIÓN DE DISEÑO	160	Lb/pulg ²	11.2	Kg/cm ²
PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL VAPOR	150	Lb/pulg ²	10.5	Kg/cm ²
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (a plena carga) Consumo de Diésel # 2 de 30° a 40° API De 19224 BTU/Lb (10680) Kcal/Kg)	8.7	gph	33.0	l/h
EFICIENCIA TÉRMICA MÍNIMA (según pruebas a capacidad normal) Diésel (No. 2)	Fuego (PCS) 83%	Bajo (PCI) 87%	Fuego (PCS) 82%	Alto (PCI) 87%
ABASTECIMIENTO DE AGUA REQUERIDO	159	Gph	601	l/h
CONTENIDO DE AGUA en operación normal	3.2	Gal.	12.1	litros
MOTORES ELECTRICOS	Baja Altitud	Gran Altitud	Baja Altitud	Gran Altitud
Ventilador	1.5	2 HP	1.5	2 HP
Bomba de agua	1-1.5	HP	1-1.5	HP
SUPERFICIE DE CALENTAMIENTO	103.1	Pie ²	9.6	m ²
DIÁMETROS DE:				
DESCARGA DE VAPOR	1¼	Pulg	32	mm
ENTRADA DE AGUA DE ALIMENTACIÓN	½	Pulg	13	mm
DESCARGA BOMBA DE AGUA AL GENERADOR	1	Pulg	25	mm
ENTRADA DE COMBUSTIBLE (Diésel)	½	Pulg	13	mm
PURGA	½	Pulg	13	mm
TRAMPA DE VAPOR	1	Pulg	25	mm
SALIDA DE LA CHIMENEA	12	Pulg	305	mm
DIMENSIONES GENERALES APROXIMADAS:				
Largo	52	Pulg	1.32	m
Ancho	27	Pulg	0.69	m
Altura incluyendo patas	77	Pulg	1.96	m
PESO DE EMBARQUE:				
GENERADOR SOLO	1418	Lb	643	kg
BOMBA DE AGUA Y MOTOR ACOPLADOS	231	Lb	105	kg
VOLUMEN DE EMBARQUE:				
GENERADOR SOLO (sin patas)	68.0	Pie ³	1.93	m ³
BOMBA DE AGUA	8.45	Pie ³	0.24	m ³

“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ÁREA DE CALDERAS DEL HOSPITAL GENERAL “DR RAFAEL PASCACIO GAMBOA”

GENERADOR DE VAPOR				
CÓDIGO: CMQ-GV-02	FABRICANTE: CLAYTON			
ALIMENTACIÓN: 220 V CA	MODELO: EO-30			
PUESTA EN OPERACIÓN: FEB 2006	SERIE: 20369			
	AÑO DE FABRICACIÓN: 2004			
	Unidades inglesas		Unidades métricas	
CABALLOS CALDERA	30	BHP	30	CC
SUMINISTRO NETO DE CALOR	1004250	BTU/H	253080	Kcal/h
EVAPORACIÓN EQUIVALENTE	1035	Lb/h	469.5	Kg/h
PRESIÓN DE DISEÑO	160	Lb/pulg ²	11.2	Kg/cm ²
PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL VAPOR	150	Lb/pulg ²	10.5	Kg/cm ²
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (a plena carga) Consumo de Diésel # 2 de 30° a 40° API De 19224 BTU/Lb (10680) Kcal/Kg)	8.7	gph	33.0	l/h
EFICIENCIA TÉRMICA MÍNIMA (según pruebas a capacidad normal) Diésel (No. 2)	Fuego (PCS)	Bajo (PCI)	Fuego (PCS)	Alto (PCI)
	83%	87%	82%	87%
ABASTECIMIENTO DE AGUA REQUERIDO	159	Gph	601	l/h
CONTENIDO DE AGUA en operación normal	3.2	Gal.	12.1	litros
MOTORES ELECTRICOS	Baja Altitud	Gran Altitud	Baja Altitud	Gran Altitud
Ventilador	1.5	2 HP	1.5	2 HP
Bomba de agua	1-1.5	HP	1-1.5	HP
SUPERFICIE DE CALENTAMIENTO	103.1	Pie ²	9.6	m ²
DIÁMETROS DE:				
DESCARGA DE VAPOR	1¼	Pulg	32	mm
ENTRADA DE AGUA DE ALIMENTACIÓN	½	Pulg	13	mm
DESCARGA BOMBA DE AGUA AL GENERADOR	1	Pulg	25	mm
ENTRADA DE COMBUSTIBLE (Diésel)	½	Pulg	13	mm
PURGA	½	Pulg	13	mm
TRAMPA DE VAPOR	1	Pulg	25	mm
SALIDA DE LA CHIMENEA	12	Pulg	305	mm
DIMENSIONES GENERALES APROXIMADAS:				
Largo	52	Pulg	1.32	m
Ancho	27	Pulg	0.69	m
Altura incluyendo patas	77	Pulg	1.96	m
PESO DE EMBARQUE:				
GENERADOR SOLO	1418	Lb	643	kg
BOMBA DE AGUA Y MOTOR ACOPLADOS	231	Lb	105	kg
VOLUMEN DE EMBARQUE:				
GENERADOR SOLO (sin patas)	68.0	Pie ³	1.93	m ³
BOMBA DE AGUA	8.45	Pie ³	0.24	m ³

D. LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LOS GENERADORES DE VAPOR

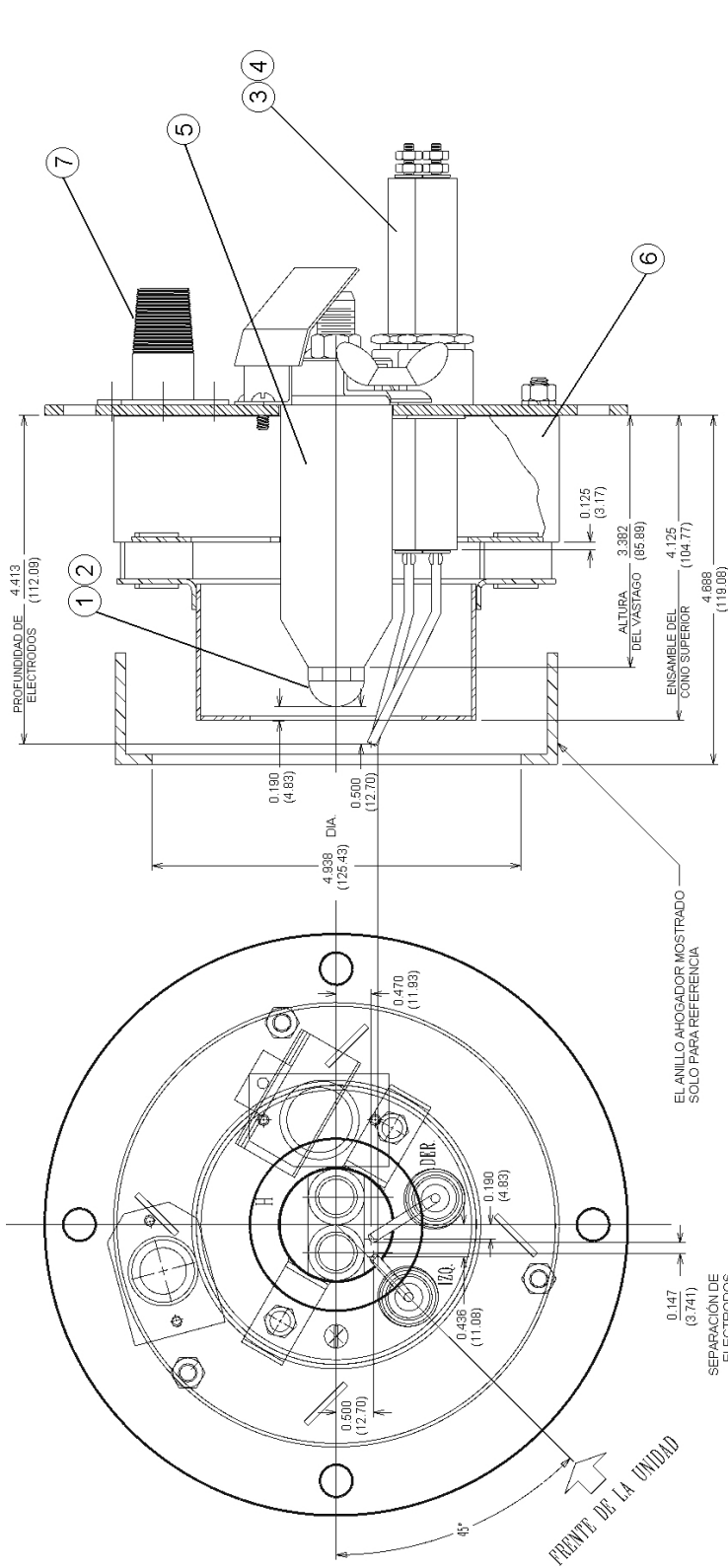
	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO LISTA DE VERIFICACIÓN DE CONDICIONES SISTEMAS TÉRMICOS - GENERADORES DE VAPOR	VALORACIÓN DEL RIESGO VR				
Instalación		LV				
Propietario						
Fabricante						
Año de fabricación						
Superficie de calefacción:	Presión máxima de trabajo:	Tipo de combustible utilizado:				
RESPONSABLE DEL ÁREA INSPECCIONADA:						
ITEM	SI	NO	N/C	VR	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
I. SISTEMAS TÉRMICOS - GENERADORES DE VAPOR						
A. DE LA MANIPULACIÓN O MANEJO DE LOS GENERADORES						
1. El generador de vapor tiene operador calificado que acredite su idoneidad por medio de un certificado otorgado por el Servicio de Salud Correspondiente.						
2. En cada turno de trabajo el personal verifica al menos una vez el funcionamiento de todos los dispositivos de alimentación de agua.						
3. En cada turno de trabajo el personal verifica al menos una vez el funcionamiento de la(s) válvula(s) de seguridad para asegurarse que no está adherida.						
4. En cada turno de trabajo el personal realiza proceso de purga de los accesorios indicadores del nivel de agua.						
5. Existe procedimiento de emergencia escrito que indique que hacer en caso de que el nivel de agua baje más allá del límite inferior de visibilidad del tubo de nivel.						
B. DE LA INDIVIDUALIZACIÓN Y REGISTRO DE LOS GENERADORES						
1. La caldera se dispone de un libro de vida al día, en el que se anotan los datos y observaciones acerca de su funcionamiento.						NOM-085-ECOL-1994
2. La caldera tiene adosada en su cuerpo principal la placa de fábrica que indica las características originales, como el número de fábrica, año de fabricación, superficie de calefacción y la presión máxima de trabajo para la cuál fue construida.						
C. DE LAS CONDICIONES INICIALES DE LAS INSTALACIONES						
1. Si el generador tiene una superficie de calefacción igual o superior a 5 m ² y cuya presión excede de 2.5 kg/m ² , ¿está instalada en un recinto de material incombustible y cubierta de techo liviano?						
2. La sala de caldera cuenta con una buena iluminación y ventilación.						
3. La distancia mínima entre la caldera y las paredes del recinto es de 1 m, así como entre cualquier otro equipo de la instalación.						
4. La sala de caldera dispone a lo menos con dos puertas en direcciones diferentes y libres de obstáculos.						
5. Los conductos de humo o de gases de combustión, incluso los empleados como vías de emergencia, están contruidos de manera que no permiten la acumulación de gases combustibles y asegurando su arrastre hacia la salida o chimenea.						
6. El operador tiene acceso seguro y expedito a los dispositivos de mando y accesorios más elevados.						
7. Las tuberías y cañerías se encuentra adecuadamente señalizadas, (vapor, agua y combustibles).						NOM-020-STPS-2011 NOM-018-STPS-2000 NOM-026-STPS-2008
8. La sala de calderas se encuentra adecuadamente señalizada (salidas de emergencias, rutas de evacuación, válvulas de corte de combustible y tableros eléctricos).						
D. DE LA ALIMENTACIÓN DE AGUA						
1. Se dispone de sistema de tratamiento de agua que permita eliminar o reducir la dureza del agua con el fin de eliminar incrustaciones.						MANUAL DE CAPACITACIÓN Generadores de Vapor Clayton
2. Se realiza comprobación diaria de los indicadores de nivel de agua.						
3. La bomba de alimentación de agua tiene una capacidad del 25% más que la presión máxima de trabajo.						
4. Se efectúa diariamente purgas en la caldera con el fin de eliminar lodos.						NOM-085-ECOL-1994
E. DE LOS ACCESORIOS DE LOS GENERADORES						
1. La caldera está provista de a lo menos dos indicadores de nivel de agua.						
2. La caldera cuenta con uno o más manómetros con escala que indique a lo menos 1,5 veces la presión máxima de trabajo y con un diámetro de esfera de 100 mm como mínimo.						
F. VALVULAS DE SEGURIDAD						
1. La caldera se dispone de una o más válvulas de seguridad con capacidad para evacuar todo el vapor producido por la caldera.						
G. SISTEMAS DE ALARMA						
1. La caldera cuenta con sistema de alarma acústica o visual cuando el nivel de agua alcance el mínimo o el máximo; deteniendo el sistema de funcionamiento de combustible cuando alcance el nivel mínimo de agua.						

“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ÁREA DE CALDERAS DEL HOSPITAL GENERAL “DR RAFAEL PASCACIO GAMBOA”

LISTA DE VERIFICACIÓN. *Continuación.*

H. DISPOSICIONES GENERALES DE LA REVISIÓN INTERNA Y EXTERNA		SI	NO	N/C	VR	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
1.	Se realiza limpieza periódica del quemador.						
2.	Se realizan inspecciones periódicas por el lado del agua con el fin de detectar incrustaciones y corrosión.						
3.	Se encuentra disponible Manual de Operación y Mantención en idioma castellano.						
4.	Existe y se mantiene registro fotográfico del estado del quemador.						
I. DEL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN		SI	NO	N/C	VR	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
1.	Se cumple con la normativa vigente en relación a emisiones de material particulado y gases.						NOM-085-ECOL-1994
EVALUACIÓN DEL RIESGO DEL ÍTEM						CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
Nivel de Riesgo Bajo							
Nivel de Riesgo Medio							
Nivel de Riesgo Alto							
EVALUADOR DEL RIESGO							
Nombre:			Firma:			Fecha:	

E. QUEMADOR PARA GENERADOR E30 (DIÉSEL)



- 1 BOQUILLA
- 2 BOQUILLA
- 3 ELECTRODOS DE IGNICIÓN
- 4 ELECTRODOS DE IGNICIÓN
- 5 VÁSTAGO
- 6 CONO
- 7 FOTOTUBO PARA DETECCIÓN U.V.

REFERENCIA DE BOQUILLAS :

MODELO	CANTIDAD	Nº. DE PARTE	DESCRIPCIÓN
E-30	2	16020	3.00 GFH. 70° PLP
E-40	2	M-06178	3.75 GFH. 45° B
T-1400	2	22674	3.00 GFH. 80° PLP

