



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
PLANIFICADO PARA LOS EQUIPOS DE LA CASA DE  
MÁQUINAS DEL HOSPITAL GENERAL DOCENTE  
RIOBAMBA”**

**TANQUEÑO MORETA JORGE LUIS**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2012**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

**Junio 20, del 2012**

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**TANQUEÑO MORETA JORGE LUIS**

---

Titulada:

**“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO  
PARA LOS EQUIPOS DE LA CASA DE MÁQUINAS DEL HOSPITAL GENERAL  
DOCENTE RIOBAMBA.”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

---

Ing. Geovanny Novillo A.  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Marco Almendariz  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Hernán Samaniego  
ASESOR DE TESIS

**CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS**

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** TANQUEÑO MORETA JORGE LUIS

**TÍTULO DE LA TESIS:** “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO PARA LOS EQUIPOS DE LA CASA DE MÁQUINAS DEL HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA”

**Fecha de Examinación:** Junio 20, del 2012.

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
ING. MARCO SANTILLÁN (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
ING. MARCO ALMENDARIZ (DIRECTOR DE TESIS)			
ING. HERNÁN SAMANIEGO (ASESOR)			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

f) Ing. Marco Santillán Gallegos.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

## **CERTIFICACIÓN**

Ing. MARCO ALMENDARIZ, Ing. HERNÁN SAMANIEGO, en su orden Director y Asesor del Tribunal de Tesis de Grado desarrollado por el señor Egresado: **TANQUEÑO MORETA JORGE LUIS.**

### **CERTIFICAN:**

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, carrera INGENIERÍA, por tanto autorizamos su presentación y defensa.

---

Ing. Marco Almendariz

**DIRECTOR DE TESIS**

---

Ing. Hernán Samaniego

**ASESOR DE TESIS**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos, científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Taqueño Moreta Jorge Luis

## **DEDICATORIA**

Desde el fondo de mi corazón dedico este logro, resultado de un gran esfuerzo:

De manera especial y sincera dedico este trabajo, a **Dios** por guiar cada paso de mi vida, por escuchar mis peticiones, y darme la fortaleza para seguir adelante, a mis padres, **Juan Carlos Tanqueño y Narcisa Moreta**, por darme todo el apoyo y recursos necesarios para lograr esta meta, a mi hermano **Carlos Tanqueño**, por la compañía incondicional y a mi esposa **Doris Mosquera** por todo el apoyo y confianza.

**Jorge Luis Tanqueño Moreta**

## **AGRADECIMIENTO**

Extiendo el más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial al personal docente de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la facultad de Mecánica, por otorgarme sus conocimientos y experiencias en beneficio de mi formación profesional y sobre todo personal.

De igual manera agradezco al Ing. Marco Almendariz y al Ing. Hernán Samaniego por apoyarme con sus conocimientos para el desarrollo de este trabajo, al personal del departamento de mantenimiento del Hospital General Docente Riobamba, a todos mis amigos, y personas que me apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito esta etapa importante de mi vida.

**Jorge Luis Tanqueño Moreta**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1	Antecedentes.....	2
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	<i>Objetivo general</i> .....	3
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	3
<b>2</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>4</b>
2.1.	Mantenimiento.....	4
2.1.1	<i>La función del mantenimiento</i> .....	4
2.2	Mantenimiento preventivo planificado (MPP).....	4
2.3	Fases del mantenimiento preventivo planificado (MPP).....	5
2.4	Objetivos del mantenimiento preventivo planificado (MPP).....	5
2.5	Ventajas del mantenimiento preventivo planificado (MPP).....	5
2.6	Implementación del mantenimiento preventivo planificado.....	6
2.6.1	<i>Determinar las metas y objetivos</i> .....	6
2.6.2	<i>Requerimientos del plan</i> .....	6
2.6.3	<i>Maquinaria y equipo a incluir</i> .....	6
2.6.4	<i>Áreas de operación a incluir</i> .....	6
2.6.5	<i>Disciplinas adicionales al programa de MPP</i> .....	7
2.6.6	<i>Declarar la posición del mantenimiento preventivo planificado</i> .....	7
2.6.7	<i>Medición del mantenimiento preventivo</i> .....	7
2.7	Requerimientos para establecer el programa de MPP.....	8
2.8	Servicios a realizar en el plan de MPP.....	8
2.8.1	<i>Servicio diario del equipo</i> .....	8
2.8.2	<i>Trabajos periódicos</i> .....	8
2.8.3	<i>Revisión</i> .....	8
2.8.4	<i>Reparación pequeña</i> .....	9

2.8.5	<i>Reparación mediana</i> .....	10
2.8.6	<i>Reparación general</i> .....	10
2.9	Sistemas de generación y distribución de vapor.....	10
2.9.1	<i>Sistemas de operación de vapor</i> .....	10
2.9.2	<i>Generación</i> .....	11
2.9.3	<i>Distribución</i> .....	11
2.9.4	<i>Fines de uso</i> .....	12
2.10	Generadores de vapor (calderas).....	12
2.10.1	<i>Calderas Pirotubulares</i> .....	13
2.11	Elementos para la distribución de vapor.....	14
2.11.1	<i>Tuberías o línea de vapor</i> .....	14
2.11.2	<i>Aislamiento térmico</i> .....	15
2.11.3	<i>Válvulas</i> .....	15
2.11.4	<i>La válvula de seguridad</i> .....	16
2.11.5	<i>Separadores de condensado</i> .....	16
2.11.6	<i>Acumulador de vapor</i> .....	17
2.11.7	<i>Trampas de vapor</i> .....	17
2.12	Recuperación de vapor.....	19
2.12.1	<i>Tanque recolector de condensado</i> .....	20
<b>3</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>21</b>
3.1	Distribución de maquinaria.....	21
3.2	Fichas técnicas empleadas actualmente.....	22
3.3	Estado técnico actual de la maquinaria.....	22
3.4	Organización actual del departamento de mantenimiento.....	25
3.5	Plan de mantenimiento empleado actualmente.....	27
3.6	Control del mantenimiento utilizado actualmente.....	27
<b>4</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO</b>	<b>28</b>
4.1	Identificación de equipos.....	28
4.2	Codificación de equipos.....	28
4.3	Diseño de fichas técnicas para los equipos.....	30

4.3.1	<i>Fichas técnicas para las bombas centrífugas.....</i>	30
4.3.2	<i>Fichas técnicas para los ablandadores de agua.....</i>	34
4.3.3	<i>Ficha técnica para el tanque recolector de condensado.....</i>	36
4.3.4	<i>Fichas técnicas para las bombas dosificadoras 1 y 2.....</i>	39
4.3.5	<i>Fichas técnicas para las calderas pirotubulares.....</i>	41
4.3.6	<i>Fichas técnicas para los calentadores de agua.....</i>	45
4.3.7	<i>Ficha técnica para el motor y generador Caterpillar.....</i>	46
4.4	<i>Fijación de tareas y frecuencia a trabajar para cada equipo.....</i>	47
4.4.1	<i>Elaboración del banco de tareas para las bombas centrífugas 1, 2 y 3</i>	48
4.4.1.1	<i>Revisión de la carcasa y anclaje.....</i>	48
4.4.1.2	<i>Inspección del motor de accionamiento.....</i>	48
4.4.1.3	<i>Cambio de rodamientos del motor de accionamiento.....</i>	49
4.4.1.4	<i>Lubricación de rodamientos del motor de accionamiento.....</i>	49
4.4.1.5	<i>Cambio de anillos de desgaste.....</i>	50
4.4.1.6	<i>Cambio de, empaques y sello mecánico de la bomba centrífuga.....</i>	50
4.4.1.7	<i>Revisión de tuberías de succión y descarga.....</i>	51
4.4.1.8	<i>Cambio de empaques de tuberías de succión y descarga.....</i>	51
4.4.1.9	<i>Inspección del sistema eléctrico.....</i>	51
4.4.1.10	<i>Inspección de la fijación del impeller.....</i>	52
4.4.2	<i>Elaboración del banco de tareas para los ablandadores de agua 1 y 2</i>	52
4.4.2.1	<i>Revisión de la carcasa y anclaje.....</i>	53
4.4.2.2	<i>Comparar parámetros de funcionamiento.....</i>	53
4.4.2.3	<i>Mantenimiento del cabezal electrónico.....</i>	53
4.4.2.4	<i>Controlar el nivel de la salmuera.....</i>	53
4.4.2.5	<i>Revisión de tuberías y válvulas.....</i>	54
4.4.2.6	<i>Limpieza general.....</i>	54
4.4.3	<i>Elaboración del banco de tareas para el tanque recolector de condensado.....</i>	54
4.4.3.1	<i>Revisión de la carcasa y anclaje.....</i>	55
4.4.3.2	<i>Limpieza del visor de nivel de agua.....</i>	55
4.4.3.3	<i>Revisar y limpiar válvulas.....</i>	55
4.4.3.4	<i>Revisar y limpiar termómetro.....</i>	56
4.4.3.5	<i>Limpieza interior del tanque recolector.....</i>	56

4.4.3.6	<i>Revisión y limpieza de línea de abastecimiento, drenaje y ventilación.....</i>	56
4.4.3.7	<i>Cambio de empaques de tuberías.....</i>	56
4.4.4	<i>Elaboración del banco de tareas para las bombas centrífugas 4 y 5</i>	57
4.4.4.1	<i>Revisión de la carcasa y anclaje.....</i>	57
4.4.4.2	<i>Inspección del motor de accionamiento.....</i>	57
4.4.4.3	<i>Cambio de rodamientos del motor de accionamiento.....</i>	58
4.4.4.4	<i>Lubricación de rodamientos del motor de accionamiento.....</i>	58
4.4.4.5	<i>Cambio de anillos de desgaste.....</i>	59
4.4.4.6	<i>Cambio de, empaques y sello mecánico de la bomba centrífuga.....</i>	59
4.4.4.7	<i>Revisión de tuberías de succión y descarga.....</i>	60
4.4.4.8	<i>Cambio de empaques de tuberías de succión y descarga.....</i>	60
4.4.4.9	<i>Inspección del sistema eléctrico.....</i>	60
4.4.4.10	<i>Inspección de la fijación del impeller.....</i>	61
4.4.5	<i>Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para las bombas dosificadoras 01 y 02.....</i>	61
4.4.5.1	<i>Revisión de la carcasa y anclaje.....</i>	62
4.4.5.2	<i>Limpieza de la válvula de pie.....</i>	62
4.4.5.3	<i>Cambio de la membrana.....</i>	62
4.4.5.4	<i>Limpieza general.....</i>	63
4.4.5.5	<i>Inspección eléctrica.....</i>	63
4.4.6	<i>Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para las calderas 01y 02.....</i>	63
4.4.6.1	<i>Revisión de la carcasa y anclaje.....</i>	64
4.4.6.2	<i>Purgar la caldera.....</i>	64
4.4.6.3	<i>Control de parámetros de funcionamiento.....</i>	64
4.4.6.4	<i>Verificar estado de manómetros, termómetros.....</i>	64
4.4.6.5	<i>Verificar funcionamiento del control de nivel de agua.....</i>	65
4.4.6.6	<i>Cambio de empaques en Mc Donnell.....</i>	65
4.4.6.7	<i>Analizar el agua de alimentación para las calderas.....</i>	65
4.4.6.8	<i>Verificar estado de válvulas de seguridad.....</i>	66
4.4.6.9	<i>Realizar limpieza integral externa del equipo.....</i>	66
4.4.6.10	<i>Limpieza de filtros de combustible.....</i>	66

4.4.6.11	<i>Mantenimiento de motores la caldera.....</i>	67
4.4.6.12	<i>Cambio de rodamientos de los motores.....</i>	67
4.4.6.13	<i>Revisar y limpiar el quemador.....</i>	67
4.4.6.14	<i>Over hall de la caldera.....</i>	68
4.4.6.15	<i>Mantenimiento integral del sistema eléctrico.....</i>	68
4.4.6.16	<i>Mantenimiento integral del sistema de agua.....</i>	68
4.4.6.17	<i>Mantenimiento integral del sistema de combustión.....</i>	69
4.4.6.18	<i>Limpieza de atomizadores de combustible y calibración de electrodos..</i>	69
4.4.6.19	<i>Reparación del refractario de la caldera.....</i>	69
4.4.6.20	<i>Lavado químico de tubos de fuego.....</i>	70
4.4.6.21	<i>Cambio de empaques del man hole y hand hole.....</i>	70
4.4.7	<i>Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para los calentadores de agua 1 y 2.....</i>	70
4.4.7.1	<i>Revisión de la carcasa y anclaje.....</i>	71
4.4.7.2	<i>Revisión de tuberías y válvulas.....</i>	71
4.4.7.3	<i>Mantenimiento del serpentín de cobre.....</i>	71
4.4.7.4	<i>Cambio de empaque del serpentín de cobre.....</i>	71
4.4.7.5	<i>Mantenimiento general del sistema de vapor.....</i>	72
4.4.8	<i>Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para el distribuidor de vapor.....</i>	72
4.4.8.1	<i>Mantenimiento general del distribuidor de vapor.....</i>	72
4.4.8.2	<i>Cambio de empaques de tuberías.....</i>	73
4.4.9	<i>Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para el distribuidor de agua.....</i>	73
4.4.9.1	<i>Mantenimiento general del distribuidor de agua.....</i>	74
4.4.9.2	<i>Cambio de empaques de tuberías.....</i>	74
4.4.10	<i>Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para el tanque de combustible.....</i>	74
4.4.10.1	<i>Revisión y limpieza del tanque de combustible.....</i>	75
4.4.10.2	<i>Revisar y limpiar línea de abastecimiento, drenaje y ventilación.....</i>	75
4.4.11	<i>Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para el motor generador caterpillar.....</i>	75
4.4.11.1	<i>Revisión de la carcasa y anclaje.....</i>	76

4.4.11.2	<i>Cambio de aceite y filtro del motor.....</i>	76
4.4.11.3	<i>Limpieza del tanque de combustible.....</i>	76
4.4.11.4	<i>Revisión de las baterías y limpieza de bornes.....</i>	76
4.4.11.5	<i>Revisión de refrigerante de radiador.....</i>	77
4.4.11.6	<i>Over hall del motor generador.....</i>	77
<b>5</b>	<b>PROGRAMACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO POR MEDIO DEL SOFTWARE SGM Pro.</b>	<b>78</b>
5.1	Introducción al software SGM Pro.....	78
5.2	Requerimientos del sistema.....	79
5.3	Tutorial del software.....	79
5.3.1	<i>Página de inicio.....</i>	79
5.3.1.1	<i>Inicio de sesión.....</i>	80
5.3.1.2	<i>Menú principal.....</i>	80
5.3.1.3	<i>Ingreso de códigos de equipos.....</i>	81
5.3.1.4	<i>Ingreso de datos y fichas técnicas de equipos.....</i>	82
5.5.1.5	<i>Designación de tareas a cada equipo.....</i>	83
5.5.1.6	<i>Designación de tareas a cada equipo.....</i>	83
5.5.1.7	<i>Generación del plan de mantenimiento.....</i>	85
5.5.1.8	<i>Ingreso de fallas.....</i>	85
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>88</b>
6.1	Conclusiones.....	88
6.2	Recomendaciones.....	89

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

## LISTA DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
1	Criterios para determinar el estado técnico.....	23
2	Tabla general del estado actual de los equipos.....	24
3	Significado de códigos.....	28
4	Codificación de equipos.....	29
5	Datos y características de la bomba centrífuga 01.....	31
6	Datos y características de la bomba centrífuga 02.....	32
7	Datos y características de la bomba centrífuga 03.....	33
8	Datos y características del ablandador de agua 1.....	35
9	Datos y características del ablandador de agua 2.....	36
10	Datos y características del tanque recolector de condensado.....	37
11	Datos y características de la bomba centrífuga 04.....	38
12	Datos y características de la bomba centrífuga 05.....	39
13	Datos y características de la bomba dosificadora 01.....	40
14	Datos y características de la bomba dosificadora 02.....	41
15	Datos y características caldera 01.....	43
16	Datos y características caldera 02.....	44
17	Datos y características del calentador de agua 01.....	45
18	Datos y características del calentador de agua 02.....	46
19	Datos y características del motor y generador caterpillar.....	47

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
1	Sistema ideal de vapor.....	1
2	Clasificación de las calderas.....	13
3	Esquema de funcionamiento de calderas pirotubulares.....	13
4	Tuberías o línea de vapor.....	14
5	Cañuela.....	15
6	Válvulas.....	15
7	Válvula de seguridad.....	16
8	Separador de vapor.....	16
9	Acumulador de vapor.....	17
10	Trampa mecánica convencional.....	18
11	Trampa termostática.....	18
12	Trampa de disco convencional.....	19
13	Tanque recolector de condensado.....	20
14	Distribución de maquinaria.....	21
15	Organigrama estructural del H.G.D.R.....	25
16	Bombas centrífugas de presión constante.....	48
17	Ablandadores de agua culligan.....	52
18	Tanque recolector de condensado.....	54
19	Bomba centrífugas 4 y5.....	57
20	Bombas dosificadoras.....	61
21	Caldera.....	63
22	Calentadores de agua.....	70
23	Distribuidor de vapor.....	72
24	Distribuidor de agua.....	73
25	Tanque de combustible.....	74
26	Motor generador caterpillar.....	75
27	Página de inicio.....	79
28	Parte de inicio de sesión.....	80

29	Menú principal.....	80
30	Ingreso de estrategias.....	81
31	Lista de tareas.....	82
32	Ubicación técnica de equipos.....	82
33	Ingresos de datos de equipos.....	83
34	Asignación de tareas.....	84
35	Tareas para la bomba centrífuga 01.....	84
36	Generación del plan.....	85
37	Ingreso de fallas.....	86

## LISTA DE ABREVIACIONES

<b>OT</b>	Orden de trabajo
<b>HGDR</b>	Hospital General Docente Riobamba
<b>PH</b>	Dureza del agua
<b>A</b>	Amperio
<b>V</b>	Voltios
<b>Max.</b>	Máxima
<b>Temp.</b>	Temperatura
<b>Amb.</b>	Ambiente
<b>HP</b>	Caballo fuerza
<b>Hz</b>	Hertzios
<b>kHz</b>	Kilohertzios
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto
<b>kVAR</b>	Kilovars
<b>GPM</b>	Galones por minuto
<b>°C</b>	Grado centígrado
<b>°F</b>	Grados Fahrenheit
<b>ASTM</b>	American Society of Testing and materials
<b>CA</b>	Corriente alterna
<b>Ca</b>	Calcio
<b>Mg</b>	Magnecio

## **LISTA DE ANEXOS**

- A** Estado técnico de los equipos
- B** Tabla de frecuencias
- C** Montaje y despiece de una bomba dosificadora
- D** Despiece de una bomba centrífuga
- E** Partes de una caldera
- F** Calendario 2013 en semanas

## RESUMEN

La investigación se realiza para reducir el mantenimiento correctivo que actualmente se practica en el Hospital Docente de Riobamba, y mejorar la generación y distribución de vapor.

Los objetivos son los siguientes: Reducir las paradas imprevistas, utilizar el software de gestión de mantenimiento para la programación, practicar los conocimientos adquiridos.

La investigación esta distribuida en tareas de mantenimiento con sus frecuencias respectivas, con la técnica de prevención que le da a entender chequeos, inspecciones, planes de operación. Las acciones garantizarán reducir paradas imprevistas, además las frecuencias están en semanas y horas programadas para cada equipo para mantener.

El software para el control y la ejecución de tareas de mantenimiento es el SGM (Software de Gestión de Mantenimiento) es una aplicación agradable para usuarios con una manipulación fácil. Tiene los iconos intuitivos para cualquier persona, y le permite el ingreso de estrategias, técnicos, equipos, ubicación técnica, componentes, partes y fallas, con el fin de hacer el plan anual de mantenimiento.

Los resultados mostraron un buen plan de mantenimiento, un mejor inventario del almacén, y un tiempo laboral razonable para trabajadores.

Es importante mejorar la distribución de vapor implementando el Plan de mantenimiento preventivo planificado (MPP), y se recomienda cumplir la programación para ver los resultados.

## **ABSTRACT**

The research tried to reduce the corrective maintenance for actual practices in Docent Hospital of Riobamba, so there would be a better generation and distribution of steam.

The objectives are the following: to reduce sudden stops, to use maintenance management software for programming, to practice the acquired knowledge.

The research programmed maintenance tasks with their respective frequencies with the technique of prevention which implies checks, inspections, operation plans. Actions will guarantee sudden stops, furthermore, the correct frequencies in programmed hours and weeks for each equipment to maintain.

The software for the control and execution of maintenance tasks in SGM Pro (Maintenance Management Software) is a friendly application for users with an easy operation. It has any person's intuitive icons, and it allows the income of strategies, technicians, equipment, technical location, components, parts and failures, so the institution can make annual maintenance plan.

The results showed a good maintenance plan, a better store inventory, and labor time well spent for workers.

It is important to improve the distribution of steam implementing the Preventive Maintenance Plan (MPP plan), and there be done the programming to obtain results.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las diversas normas de calidad y la presión competitiva han obligado a las empresas e instituciones a transformar sus departamentos de mantenimiento. Estos cambios presumen pasar de ser un departamento que realiza reparaciones y cambia piezas a máquinas completas, a una unidad con un alto valor en la productividad total de la empresa, mediante la aplicación de nuevas técnicas y prácticas del mantenimiento que han aparecido y evolucionado continuamente.

En la actualidad es imprescindible, la implantación de una estrategia de mantenimiento preventivo planificado, para aumentar la vida de sus componentes, mejorando así la disponibilidad de sus equipos y su confiabilidad, lo que repercute en la productividad de la planta. El Ingeniero de Mantenimiento, está en capacidad de desarrollar planes de mantenimiento preventivo planificado, los mismos que se demostraran en este trabajo y se aplicara en la casa de máquinas del Hospital General Docente Riobamba, con el objetivo de disminuir paros imprevistos en la distribución y generación del vapor del hospital, y por ende para mejorar la atención que se presta en dicha institución.

La implantación del plan de MPP contribuirá al mejoramiento continuo de la institución, al aportar positivamente, en la reducción de pérdidas por averías de la maquinaria, por un compromiso de los operadores, al llegar a ser capaces de prevenir averías y crear un ambiente de trabajo más agradable.

En tal virtud se propone el presente trabajo que ofrece la oportunidad de conocer, profundizar y aplicar conocimientos, que permita aportar al desarrollo institucional del H.G.D.R. y del departamento de mantenimiento de esta institución

## **1.1 Antecedentes**

El Hospital Provincial General Docente Riobamba es una institución pública dedica a brindar servicio hospitalario a la ciudadanía de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo.

El hospital se encuentra ubicado en las calles Juan Félix Proaño s/n y Chile de la parroquia Veloz en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo.

Fue fundado en febrero de 1971, siendo el primer hospital de la ciudad de Riobamba en prestar servicio asistencial a la ciudadanía.

El Hospital General dispone de un departamento de mantenimiento encargado de la casa de máquinas en la cual se genera y distribuye vapor a todas las instalaciones del hospital para diversos propósitos como: alimentación, esterilización, cocina, piscina, lavandería. El vapor debe ser de buena calidad para cumplir con todos los requerimientos exigidos.

## **1.2 Justificación**

El propósito que cumple el plan de mantenimiento preventivo planificado es de poder anticipar y planificar con precisión sus requerimientos. Eso quiere decir que se pueden reducir los inventarios de repuestos innecesarios, el pago a personal por tiempos extras, perdida de la producción.

El mantenimiento preventivo planificado se lo va a implantar en la casa de máquinas del hospital de la ciudad de Riobamba, con el fin incrementar la disponibilidad de los equipos al momento de generar y distribuir vapor, por medio de una reducción

importante de la posibilidad de algún paro durante el funcionamiento del sistema y de mantener la capacidad operacional del sistema siempre optimo, por medio de la reducción del tiempo de inactividad de las máquinas críticas. Idealmente las condiciones de operación de todas las máquinas aumentarían significativamente con el programa de mantenimiento preventivo planificado.

Otro propósito que se persigue con el desarrollo de este plan de MPP es de permitir al personal de mantenimiento el trabajar durante horas razonables, dando cumplimiento diariamente al programa de mantenimiento.

### **1.3 Objetivos**

**1.3.1 Objetivo general.** Diseñar un plan de mantenimiento preventivo planificado para los equipos de la casa de máquinas del Hospital General Docente Riobamba.

#### **1.4 2 Objetivos específicos.**

Identificar los equipos que generan y distribuyen vapor en la casa de máquinas del hospital.

Evaluar el estado técnico de los equipos.

Recopilar todos los datos existentes para realizar las fichas de datos y características técnicas.

Codificar técnicamente los equipos de la casa de máquinas.

Desarrollar el banco de actividades de mantenimiento a las partes vitales de los equipos.

Determinar las frecuencias para cada actividad de mantenimiento.

Programar el plan de MPP con el software SGM Pro.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Mantenimiento [1]

Un conjunto de actividades planificadas con las cuales se consigue que un equipo o instalación sea restaurada a su operación.

**2.1.1 La función del mantenimiento.** La función de mantenimiento es una función técnica y un servicio que se presta a la función producción, independientemente de lo que se produce sean productos o servicios

El mantenimiento está considerado como un órgano funcional y técnico, cuyo encuadre depende del menor o mayor alcance de las funciones que le sean asignadas según la política de mantenimiento de la empresa. El mantenimiento ha de tener una visión a corto, mediano y largo plazo.

#### 2.2 Mantenimiento preventivo planificado (MPP) [2]

Son acciones de mantenimiento programadas y ejecutadas de manera que no se afecte la producción de forma imprevista.

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,

evitando el paro imprevisto de los equipos, para lo cual se debe contar con 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.

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

### **2.3 Fases del mantenimiento preventivo planificado (MPP) [3]**

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Codificación técnica de equipos.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos de mantenimiento a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.

### **2.4 Objetivos del mantenimiento preventivo planificado (MPP) [4]**

- Reducir las paradas imprevistas de los equipos.
- Conservar la capacidad de trabajo de las máquinas.
- Contribuir al aumento de la productividad de las instalaciones.
- Lograr que las máquinas funcionen continuamente.
- Elevar el nivel de utilización de las capacidades de producción.

### **2.5 Ventajas del mantenimiento preventivo planificado (MPP)[5]**

- 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.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias innecesarias 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.

## **2.6 Implementación del mantenimiento preventivo planificado [6]**

En la implementación de un plan de MPP se hace necesario seguir los siguientes pasos, aunque estos pueden tener variaciones dependiendo de cómo este estructurada su organización.

**2.6.1 *Determinar las metas y objetivos.*** El primer paso para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo es determinar exactamente que es lo que se quiere obtener del programa. Usualmente el mejor inicio es trabajar sobre una base limitada y expandirse después de obtener algunos resultados positivos.

**2.6.2 *Requerimientos para el plan.*** Tener una visión clara de cuáles son los equipos a mantener, y si estos contribuyen o no en la producción.

**2.6.3 *Maquinaria y equipo a incluir.*** La mejor forma de iniciar esta actividad es determinar cuál es la maquinaria y equipo más crítico en la planta.

**2.6.4 *Áreas de operación a incluir.*** Puede ser mejor, seleccionar un departamento o sección de la planta para facilitar el inicio; ésta aproximación permite que concentre sus

esfuerzos y más fácilmente realice mediciones del progreso. Es mucho mejor el expandir el programa una vez que se probó que se obtienen resultados.

**2.6.5 Disciplinas adicionales al programa de MPP.** Debe determinar si implementará rutas de lubricación, realizar inspecciones y hacer ajustes y/o calibraciones, o cambiar partes en base a frecuencia y o uso (mantenimiento preventivo tradicional). Inspecciones periódicas de monitoreo, y análisis de aceite (el cual es parte de un mantenimiento predictivo); lecturas de temperatura, presión, volumen (que es; la condición de monitoreo y forma parte de mantenimiento predictivo por operadores) o cualquier otro subsistema.

**2.6.6 Declarar la posición del mantenimiento preventivo planificado.** Es importante que cualquier persona en la organización entienda, exactamente que consideró como el mayor propósito del programa de mantenimiento preventivo planificado. No tiene que ser tan breve, es decir sin sentido, pero tampoco deberá ser tan extenso que cree confusión.

**2.6.7 Medición del mantenimiento preventivo.** Ponga particular atención en la medición del progreso, ya que es en donde muchos programas de mantenimiento preventivo fallan.

Si no mide el progreso no tendrá ninguna defensa, y como lo sabe, lo primero que se reduce cuando existen problemas de este tipo, es precisamente en el presupuesto del programa de mantenimiento preventivo. También cuando requiere expandir el programa y no puede probar que está trabajando para obtener los resultados que predijo, no encontrará fondos u otros recursos necesarios. Por último y de mucha importancia, si no mide los resultados no podrá afinar su programa; en concreto, si no hace de su sistema un sistema activo, esto puede lentamente destruir su programa.

## **2.7 Requerimientos para establecer el programa de MPP [7]**

- Se debe conocer los equipos a incluir en el plan de MPP y su principio de funcionamiento.
- Se requiere de una tabla de criterios (frecuencias de mantenimiento preventivo), la misma que indicará en que tiempo se repetirá la tarea de mantenimiento programada.
- Requiere adiestrar a los operarios para adoptar la nueva cultura de prevenir.
- Se debe contar con un adecuado inventario de repuestos, materiales y herramientas para dar cumplimiento al plan establecido.

## **2.8 Servicios a realizar en el plan de MPP [8]**

**2.8.1 Servicio diario del equipo.** Su objetivo es comprobar el estado del equipo, de los mecanismos de transmisión, de los elementos de lubricación, así como comprobar los parámetros de trabajo de los equipos.

**2.8.2 Trabajos periódicos.** No son más que trabajos que se realizan, cada determinado tiempo y son desarrollados por los operadores. Entre estos tenemos:

- Limpieza general de los equipos: (motores eléctricos, bombas, etc.)
- Cambio del aceite del sistema de lubricación del equipo. Este trabajo se realiza según un plan de MPP.
- Control de parámetros de funcionamiento.

**2.8.3 Revisión.** Se realiza entre una reparación y otra según el plan correspondiente al equipo. Su propósito es comprobar el estado de éste y determinar los preparativos que hay que hacer para la próxima reparación. Los trabajos que se pueden realizar durante una reparación son:

- Comprobación de los mecanismos.

- Comprobación del funcionamiento del sistema de lubricación.
- Comprobación del calentamiento no excesivo de las partes giratorias del equipo.
- En algunos casos la reparación se realiza con la separación parcial y limpieza de algunos mecanismos.

**2.8.4 Reparación pequeña.** Es un tipo de reparación preventiva, es decir una reparación para poder predecir posibles defectos del equipo.

Mediante la misma, a partir de la sustitución o reparación de una pequeña cantidad de piezas y con la regulación de los mecanismos se garantiza la explotación normal del equipo hasta la siguiente reparación. Durante la misma se cambian o reparan aquellas piezas cuyo plazo de servicio ha terminado y su cambio ha sido programado.

Durante la reparación pequeña, el equipo no funciona y se realizan los siguientes trabajos:

- Desmontaje parcial del equipo.
- Desmontaje de dos o tres mecanismos.
- Limpieza del equipo, limpieza de los mecanismos desmontados.
- Desmontaje parcial, rectificación de las superficies de trabajo.
- Comprobación de la holgura entre árboles y cojinetes: sustitución de los cojinetes desgastados, regulación de los mismos.
- Sustitución de las ruedas detectadas con dientes rotos o reparación de las mismas si es posible.
- Sustitución de los elementos de fijación rotos o desgastados (chavetas, tornillos, tuercas, etc.).
- Sustitución de las tuercas desgastadas de los tornillos principales y reparación de la rosca de los mismos.
- Comprobación de los mecanismos de control corrección de los defectos localizados.
- Comprobación y reparación de los sistemas de lubricación.
- Comprobación de ruido, vibraciones y calentamiento.

**2.8.5 Reparación mediana.** Durante ella el equipo se desmonta parcialmente y mediante la reparación o sustitución de piezas en mal estado se garantiza la precisión necesaria y potencia y del equipo hasta la próxima reparación planificada.

Durante la reparación mediana el equipo no funciona y se realizan los siguientes trabajos:

- Los previstos para una reparación pequeña.
- Desmontaje de los mecanismos.
- Comprobar las holguras y alineamiento.

**2.8.6 Reparación general.** Es la reparación planificada de máximo volumen de trabajo, durante la cual se realiza el desmontaje total del equipo, la sustitución o reparación de todas las piezas y todos los mecanismos desgastados, así como de la reparación de las piezas básicas del equipo, trabajos que previamente han sido programados.

Mediante la reparación general se garantiza la fiabilidad, potencia y productividad del equipo. Durante la misma el equipo no trabaja y se realizan los siguientes trabajos:

- Los previstos para la reparación general.
- Desmontaje total del equipo.
- Reparación del sistema de lubricación y sistema hidráulico.
- Comprobación y corrección de los defectos del equipo.
- Rectificación de todas las superficies, comprobación de holguras y alineamiento.

## **2.9 Sistemas de generación y distribución de vapor [9]**

**2.9.1 Sistemas de operación de vapor.** Gracias a las propiedades sobresalientes de transferencia de calor, el vapor es ampliamente usado como medio de energía. Varios

métodos y procesos son usados para la generación de vapor con propiedades requeridas por los consumidores individuales en sus sistemas específicos.

Los sistemas de vapor están compuestos básicamente por tres subsistemas que son: la generación de vapor; compuesto por los generadores de vapor (calderas), la distribución; compuesta por tuberías de acero para transportar el vapor del lugar de producción hacia los usuarios y el condensado desde los procesos hacia la caldera y finalmente los consumidores finales, generalmente equipos o procesos donde se requiere la energía transportada por el vapor.

Figura 1. Sistema ideal de vapor.



Fuente: BORROTO A. “Ahorro de energía en sistemas de vapor”

**2.9.2 Generación.** El vapor se genera en una caldera o en un generador de vapor, transfiriendo el calor de los gases de combustión al agua. Cuando el agua absorbe bastante calor, este cambia su fase de líquido a vapor.

**2.9.3 Distribución.** Son líneas o redes generalmente de acero cuya función es llevar el vapor desde la caldera hacia los equipos consumidores. Deben ser seleccionadas de acuerdo al flujo y presión que circula por ellas. Una mala selección ocasionará pérdidas de energía y daños en válvulas, trampas de vapor o equipos consumidores.

**2.9.4 Fines de uso.** Los diversos usos de vapor incluyen el calentamiento de agua para diversos fines, también es utilizado para grandes cocinas conocidas como marmitas.

## **2.10 Generadores de vapor (calderas) [10]**

La caldera fue la que originó la Revolución Industrial, actualmente su utilización esta diversificada. Es en otras palabras un generador de vapor a diferentes presiones, pudiendo este ser seco y saturado. Las calderas son muy versátiles y se construyen de acuerdo a las necesidades existentes, la avanzada tecnología electromecánica y electrónica las hacen más seguras y confiables.

Un generador de vapor es un recipiente cerrado que transforma el agua en vapor a determinada presión y temperatura mediante la aplicación de una fuente de calor.

En una caldera se realiza:

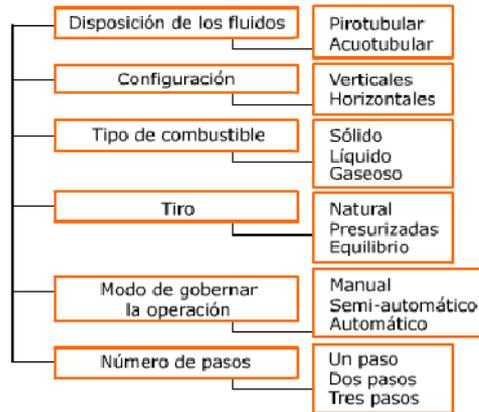
- La combustión, y
- La transferencia de calor.

La combustión, es la combinación del carbono con el oxígeno del aire, produciendo calor, la energía se transfiere por tres maneras:

- Conducción, a través de sus componentes.
- Convección, a través del agua.
- Radiación, por combinación de ambos.

Los generadores de vapor se clasifican según diferentes criterios como:

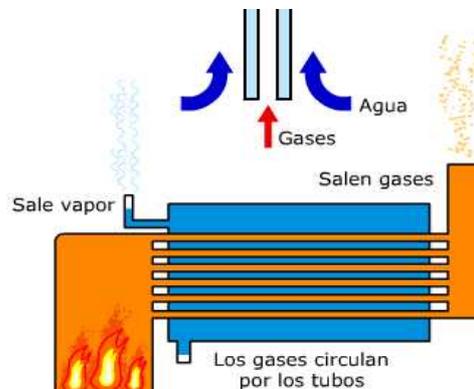
Figura 2. Clasificación de las calderas



Fuente: [www.vpica.com/es/calderas](http://www.vpica.com/es/calderas)

**2.10.1 Calderas pirotubulares.** Se denominan pirotubulares por ser los gases calientes procedentes de la combustión de un combustible, los que circulan por el interior de tubos cuyo exterior esta bañado por el agua de la caldera. El combustible se quema en un hogar, en donde tiene lugar la transmisión de calor por radiación, y los gases resultantes, se les hace circular a través de los tubos que constituyen el haz tubular de la caldera, y donde tiene lugar el intercambio de calor por conducción y convección. Según sea una o varias las veces que los gases pasan a través del haz tubular, se tienen las calderas de uno o de varios pasos. En el caso de calderas de varios pasos, en cada uno de ellos, los humos solo atraviesan un determinado número de tubos, cosa que se logra mediante las denominadas cámaras de humos. Una vez realizado el intercambio térmico, los humos son expulsados al exterior a través de la chimenea.

Figura 3. Esquema de funcionamiento de calderas pirotubulares



Fuente: BORROTO A. “Ahorro de energía en sistemas de vapor”

## 2.11 Elementos para la distribución de vapor [11]

Posterior a la generación del vapor en la caldera es necesario un medio para llevar la energía del vapor hacia los procesos que lo requieren. Este medio es la red de distribución de vapor y retorno de condensado, las que a su vez están conformadas por una serie de elementos que son:

- Tuberías o líneas de vapor
- Aislamiento térmico.
- Válvulas
- Separadores de condensado
- Acumuladores de vapor
- Trampas de vapor, etc.

**2.11.1 Tuberías o línea de vapor.** El flujo de vapor depende de la diferencia de presiones en la tubería, de la resistencia de la tubería al flujo y de las características físicas del vapor.

Al decidir el tamaño que debe tener una línea de vapor, hay solo tres condiciones (independientes del costo) que son:

- ¿Qué caída de presión se permite en la tubería?
- ¿Qué velocidad deberá permitírsele al vapor?
- ¿Cuál es el tamaño comercial más adecuado?

Figura 4. Tuberías o línea de vapor



Fuente: FiberGlass Colombia S.A.

**2.11.2 Aislamiento térmico.** El aislamiento térmico, es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción. Se evalúa por la resistencia térmica que tienen. La medida de la resistencia térmica o, lo que es lo mismo, de la capacidad de aislar térmicamente.

Aquellos materiales que ofrecen una resistencia alta, se llaman aislantes térmicos específicos o más sencillamente aislantes térmicos. Ejemplos (lana de roca y de vidrio).

Figura 5. Cañuela



Fuente: FiberGlass Colombia S.A.

**2.11.3 Válvulas.** Son accesorios que se utiliza para regular y controlar el fluido de una tubería. Este proceso puede ser desde cero (válvula totalmente cerrada), hasta de flujo (válvula totalmente abierta), y pasa por todas las posiciones intermedias, entre estos dos extremos.

Figura 6. Válvulas



Fuente: [www.SpiraxSarco.com/es](http://www.SpiraxSarco.com/es)

**2.11.4** *La válvula de seguridad.* En la industria constituye una situación normal la utilización de sistemas que operan a presión como: calderas, recalentadores, tanques de almacenamiento, tuberías y demás aparatos a presión, pueden verse sometidos a presiones superiores a la de diseño, con el consecuente riesgo de explosión, pudiendo causar graves consecuencias tanto para las personas como para las instalaciones cercanas. Para prevenir este riesgo se instalan en estos equipos, válvulas de seguridad, que permitan por medio de la descarga del fluido contenido, aliviar el exceso de presión.

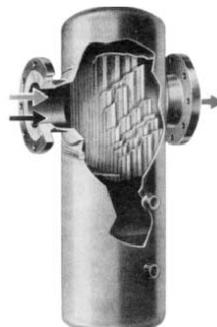
Figura 7. Válvula de seguridad



Fuente: [www.SpiraxSarco.com/es](http://www.SpiraxSarco.com/es)

**2.11.5** *Separadores de condensado.* Las trampas de vapor constituyen un complemento indispensable en todo sistema de vapor pues con estos elementos se consigue extraer el condensado que se forma y elimina el aire indeseable y los gases no condensables, por lo tanto una trampa de vapor no es otra cosa que una válvula automática, y que además impide la pérdida de vapor en el sistema.

Figura8. Separador de vapor



Fuente: [www.SpiraxSarco.com/es](http://www.SpiraxSarco.com/es)

**2.11.6 Acumulador de vapor.** Los acumuladores de vapor son depósitos de presión cilíndricos de posición horizontal, que generalmente están llenos con agua hirviendo.

Figura 9. Acumulador de vapor



Fuente: H.G.D.R.

**2.11.7 Trampas de vapor.** Las trampas para vapor, son empleadas para funciones que no son tan aparentes. Cuando el sistema de vapor se interrumpe o apaga, el aire ingresa en las tuberías para ocupar el espacio del vapor en compañía con el condensado generado.

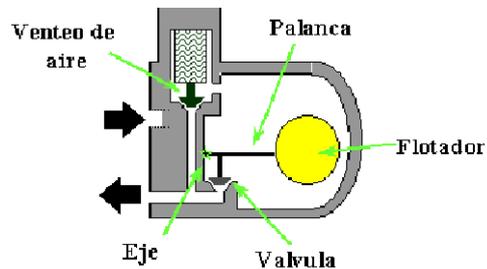
Las trampas para vapor deben por tanto desalojar ese aire en el momento de arranque de estos sistemas. Existen varios tipos de trampas para vapor. Dichas trampas se pueden clasificar en tres principales categorías:

1. Mecánicas.
2. Termostáticas.
3. Termodinámicas.

Las **trampas mecánicas** trabajan con el principio de diferencia entre la densidad del vapor y la del condensado. Por ejemplo, un flotador que hace a medida que el nivel

del condensado se incrementa, abriendo una válvula, pero que en presencia del vapor la mantiene cerrada

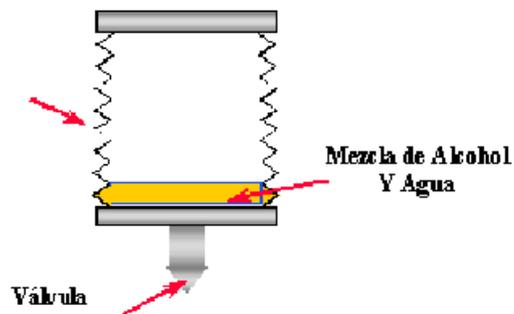
Figura 10. Trampa mecánica convencional



Fuente: Plan hospitalario Lcda. Sara Vallejo 20007

Las **trampas termostáticas** operan por la percepción de la temperatura del condensado. Cuando la temperatura cae a un específico valor por debajo de la temperatura del vapor, la trampa termostática abrirá para liberar el condensado.

Figura 11. Trampa termostática

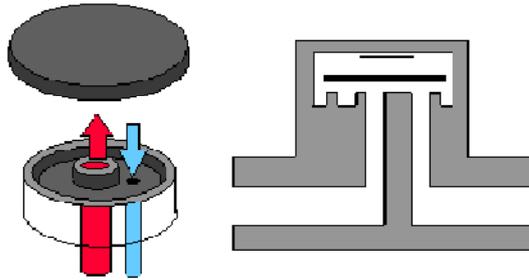


Fuente: Plan hospitalario Lcda. Sara Vallejo 20007

Finalmente, la tercera categoría es la **trampa termodinámica**, la cual opera con la diferencia entre el flujo del vapor sobre una superficie, comparada con el flujo del condensado sobre la misma superficie.

El vapor o el gas fluyendo sobre la superficie crean un área de baja presión. Este fenómeno es empleado para mover la válvula hacia el asiento y así cerrar su paso.

Figura 12. Trampa de disco convencional



Fuente: Plan hospitalario Lcda. Sara Vallejo 20007

## 2.12 Recuperación de vapor [12]

Todo proceso térmico donde se utiliza vapor como fluido calefactor produce o forma condensado. La presencia de éste en el circuito de vapor puede bajar el rendimiento térmico de la instalación o averiar elementos del circuito, siendo por ello necesario evacuarlo.

Aunque este condensado debe ser desalojado de la red de distribución o a la salida de los equipos de consumo, es recomendable recuperarlo para disminuir el consumo de combustible, consumo de energía del sistema y los costos debidos al agua tratada.

El agua de condensación que no retorna debe compensarse por alimentación de agua por reposición, que generalmente es más fría que el condensado. Adicionalmente, el agua de reposición es generalmente tratada con químicos para quitar los minerales y establecer cierto nivel de PH en el agua de la caldera y en la del sistema. Reduciendo la cantidad de agua de reposición estaríamos ahorrando dinero en el uso de químicos. Las plantas industriales de vapor se extienden por grandes áreas. El condensado recuperado del sistema de vapor requiere tanques recolectores, equipos de bombeo, en otros casos también es necesario los separadores de vapor y equipos de filtración. Sin embargo, el ahorro de costo significativo evitando la compra, tratamiento y calentamiento del agua de reposición, hacen que el sistema de recuperación sea factible.

**2.12.1 Tanque recolector de condensado.** Se utiliza para coleccionar el condensado que retorna de los equipos o procesos que consumen vapor, y para ingresar el agua que debe reponerse al sistema.

Este tanque sirve para adicionar sustancias químicas que regulan la calidad del agua que ingresa a la caldera. Desde este tanque se alimenta directamente a la caldera.

Figura 13. Tanque recolector de condensado



Fuente: H.G.D.R



### **3.2 Fichas técnicas empleadas actualmente**

En la actualidad en la casa de máquinas del Hospital General Docente Riobamba, se manejan solamente los datos técnicos y características de funcionamiento que se encuentran en los manuales de operación e instalación de ciertas máquinas, ya que la mayoría de equipos son adquiridos muchos años atrás, por lo que no existe ningún manual ni planos solo se puede apreciar los datos técnicos de placa.

Es decir, que estos datos no se encuentran seleccionados y ordenados adecuadamente en una ficha técnica que contenga la información necesaria como: tipo de equipo, marca, modelo, especificaciones técnicas, etc., para efectuar un procedimiento de mantenimiento adecuado y correcto, lo cual lo vamos a implementar en este trabajo.

Consecuentemente esta información no está registrada en un soporte informático, lo cual dificulta tener un buen registro de datos y características de cada uno de los equipos.

### **3.3 Estado técnico actual de la maquinaria**

La determinación del estado técnico comienza por una revisión previa de la maquinaria. Al realizar esta revisión previa se determina una valoración que puede ser bueno, regular, malo, muy malo, por cada uno de los aspectos que comprende esta revisión.

A partir de esta valoración se puede determinar el estado técnico de un equipo en base a ciertas reglas básicas que servirán como guía para que cada técnico o especialista, pueda juzgar factores involucrados.

La valoración se efectuará utilizando el siguiente procedimiento:

- La cantidad de aspectos evaluados como buenos se multiplica por una constante (1).
- La cantidad de aspectos evaluados como regulares se multiplica por una constante (0.8).
- La cantidad de aspectos evaluados como malos se multiplica por una constante (0.6).
- Se suman todos estos productos y el resultado se divide para el número de aspectos evaluados.
- El resultado obtenido anteriormente se multiplica por 100% y se obtiene el índice que permite evaluar, según el siguiente criterio, el estado técnico del grupo en su conjunto.

Tabla 1. Criterios para determinar el estado técnico

<b>PORCENTAJE</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>
90 a 100 %	Bueno
75 a 89 %	Regular
50 a 74 %	Malo
Menor a 50 %	Muy Malo

Para la ejecución de este cálculo para evaluar el estado técnico de cada una de las máquinas se tomaron en cuenta ciertos parámetros, tales como:

- Criterios del personal operador que realiza continuamente las tareas de inspección y cambios de cada una de las partes de cada equipo, en este caso criterios del personal de mantenimiento.
- Niveles como los de temperaturas y presiones de trabajo de cada equipo que está en línea, así como los valores de intensidades y tensiones de motores eléctricos.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos del estado técnico de cada equipo considerando ciertos parámetros para su cálculo.

Tabla 2. Tabla general del estado actual de los equipos

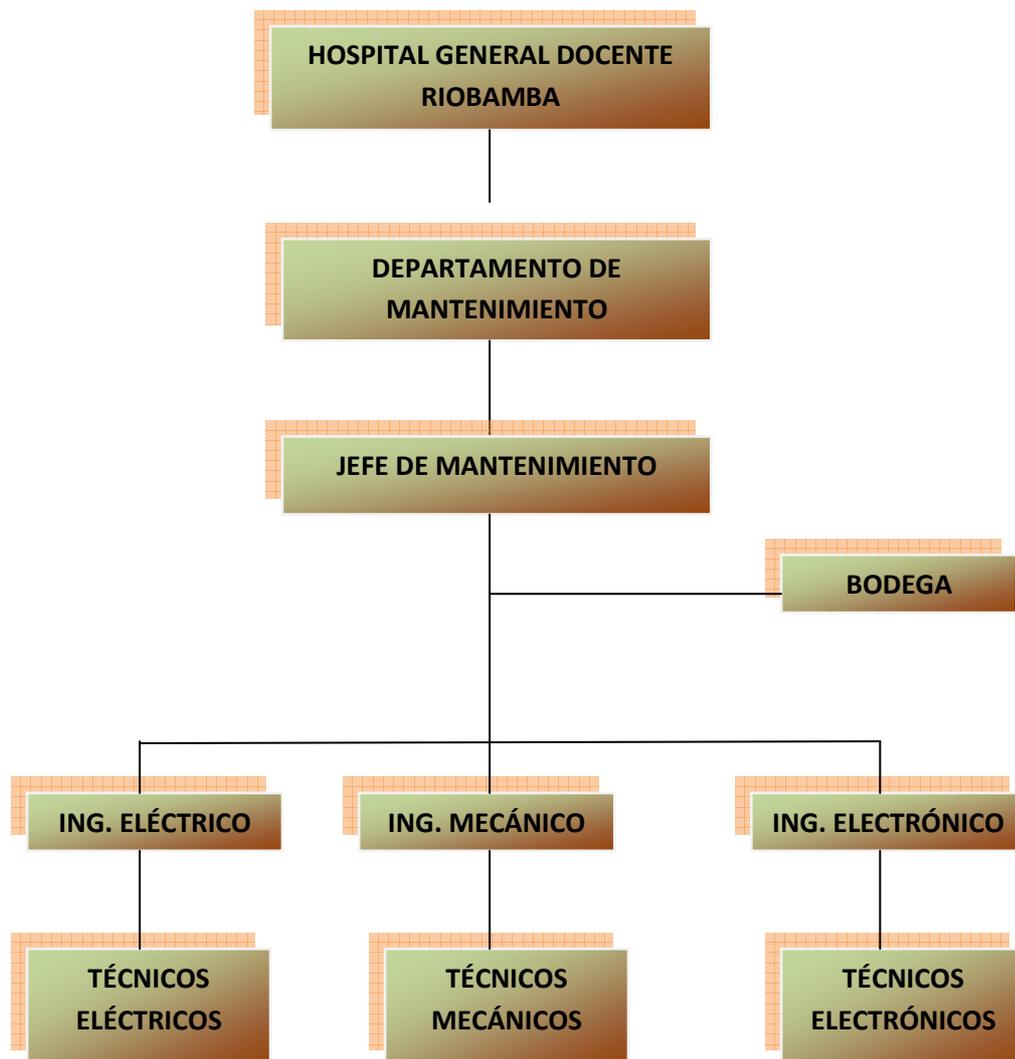
<b>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CASA DE MÁQUINAS</b>			
<b>ESTADO TÉCNICO DE LOS EQUIPOS</b>			
<b>EQUIPO</b>	<b>PORCENTAJE</b>	<b>ESTADO TÉCNICO</b>	
Bomba centrífuga 01	91 %	BUENO	
Bomba centrífuga 02	86 %	REGULAR	
Bomba centrífuga 03	89 %	REGULAR	
Ablandador de agua 01	95 %	BUENO	
Ablandador de agua 02	95 %	BUENO	
Tanque de condensado	85 %	REGULAR	
Bomba centrífuga04	89 %	REGULAR	
Bomba centrífuga05	86 %	REGULAR	
Bomba dosificadora01	97 %	BUENO	
Bomba dosificadora02	97 %	BUENO	
Caldera01	80 %	REGULAR	
Caldera 02	75 %	REGULAR	
Calentador horizontal de agua 01	80 %	REGULAR	
Calentador horizontal de agua 02	78 %	REGULAR	
Motor generador Caterpillar	91 %	BUENO	

Para apreciar las tablas de evaluación de cada una de las máquinas y de los parámetros medidos, **ver anexo A**

### 3.4 Organización actual del departamento de mantenimiento

Para analizar la situación actual de la organización del mantenimiento, primero es necesario conocer el organigrama estructural que tiene el departamento de mantenimiento y que se resume en la siguiente gráfica:

Figura 15. Organigrama estructural del H.G.D.R



Fuente: H.G.D.R

De acuerdo a este organigrama encontramos que existe un departamento de mantenimiento electro – mecánico el cual contiene tres áreas básicas que son:

- Eléctrica
- Mecánica.
- Electrónica

Como se puede observar en el organigrama la línea de autoridad empieza por el jefe de mantenimiento que está a cargo del departamento, luego cada área tiene un responsable en este caso el ingeniero eléctrico, el ingeniero mecánico, y el ingeniero electrónico, los mismos que están a cargo de técnicos calificados para realizar los trabajos de mantenimiento.

Bodega es un parte fundamental para el departamento, de igual manera tiene un responsable en este caso el guardalmacén, encargado de facilitar herramientas, materiales y repuestos previo la autorización de una OT. Con este plan de MPP se controlara de mejor manera el inventario del almacén, consiguiendo abastecer anticipadamente de los repuestos y materiales que se utilizaran para cumplir las tareas.

Actualmente la organización del mantenimiento preventivo en la casa de máquinas es regular debido a que no existe una adecuada coordinación entre el técnico del turno y el técnico del turno saliente, es decir no existe un seguimiento de algunas tareas de mantenimiento realizadas por el técnico en el turno saliente, razón por la cual el plan que realizaremos se lo controlara por medio de un software de gestión de mantenimiento (SGM Pro) para determinar que trabajos se han realizado y cuales se realizaran y revisaran.

Las tareas de mantenimiento se ejecutan a partir de una orden de trabajo, emitida y supervisada por el ingeniero a cargo de cada área, para posteriormente ser revisada por el jefe de mantenimiento, para lo cual se cuenta en bodega con un stock de herramientas, repuestos y materiales necesarios para realizar las tareas programadas,

como inspecciones, cambios de aceite, lubricaciones, ajustes, purgas, reparación de fugas, cambios de elementos en sistemas de vapor, etc.

### **3.5 Plan de mantenimiento empleado actualmente**

El departamento no tiene ningún plan de mantenimiento a seguir, los trabajos que realiza el personal son actividades de mantenimiento correctivo, no existe tareas programadas por esta razón este trabajo se enfoca en la realización de un plan de mantenimiento preventivo planificado con el fin de disminuir las paradas imprevistas y organizar al personal del departamento.

### **3.6 Control del mantenimiento utilizado actualmente**

Para el control de mantenimiento existe la emisión de una orden de trabajo para las tareas de mantenimiento correctivo, el supervisor de cada área (eléctrica, electrónica y mecánica) designa al personal quién ejecutará el trabajo, el mismo que deberá cumplir la orden y tomar en cuenta la información que debe llenar en la OT.

## CAPÍTULO IV

### 4. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO

#### 4.1 Identificación de equipos

En esta fase identificamos cada uno de los equipos y sus componentes que intervienen en la generación y distribución de vapor para los diferentes procesos que se utiliza en el Hospital General Docente Riobamba. Consideraremos a todos los equipos que generan y distribuyen vapor como críticos ya que se trata de un sistema en serie, porque si uno de ellos faltara, no se podría generar y distribuir vapor.

#### 4.2 Codificación de equipos

Vamos a codificar técnicamente los equipos que forma parte del sistema de generación y distribución de vapor en la casa de máquinas del hospital general docente Riobamba.

Tabla 3. Significado de códigos.

<b>CÓDIGO: H.G.D.R- CM- CA01</b>		
<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>HGDR</b>	Hospital General Docente Riobamba
<b>ÁREA DE PROCESOS</b>	<b>CM</b>	Casa de máquinas
<b>EQUIPO</b>	<b>CA</b>	Caldera
<b>NUMERO DE ACTIVO</b>	<b>01</b>	01

Estos códigos serán de gran ayuda para los trabajos de mantenimiento que se realizaran ya que nos dan la ubicación exacta del equipo a mantener.

Tabla 4. Codificación de equipos

<b>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CASA DE MÁQUINAS</b>		
<b>CODIFICACIÓN DE EQUIPOS</b>		
<b>EQUIPO</b>	<b>CÓDIGO TÉCNICO</b>	
Bomba centrífuga 01	HGDR- CM-BC01	
Bomba centrífuga 02	HGDR- CM-BC 02	
Bomba centrífuga 03	HGDR- CM-BC 03	
Ablandador de agua 01	HGDR- CM-AB 01	
Ablandador de agua 02	HGDR- CM-AB 02	
Tanque de condensado	HGDR- CM-TC	
Bomba centrífuga 04	HGDR- CM-BTC04	
Bomba centrífuga 05	HGDR- CM-BTC05	
Bomba dosificadora 01	HGDR- CM-BD 01	
Bomba dosificadora 02	HGDR- CM-BD 02	
Caldera 01	HGDR- CM-CA 01	
Caldera 02	HGDR- CM-CA 02	
Calentador horizontal de agua 01	HGDR- CM-CH 01	
Calentador horizontal de agua 02	HGDR- CM-CH 02	
Motor generador Caterpillar	HGDR- CM-MG	

### **4.3 Diseño de fichas técnicas para los equipos**

Aquí realizaremos las fichas técnicas de datos y características, de cada uno de los equipos, las mismas que serán de gran utilidad para acelerar los trabajos de mantenimiento que en lo posterior se programara.

Estas fichas van a contener datos importantes como: marca, modelo, serie, características técnicas, esta información será de gran utilidad al momento de realizar trabajos de mantenimiento en dicho equipo, ya que nos darán toda la información necesaria para saber de qué equipo se trata.

**4.3.1 Fichas técnicas para las bombas centrífugas.** A continuación se va a detallar las características de las bombas centrífugas (01 ,02 y 03) de presión constante, se ha recopilado la mayoría de datos posibles ya que se trata de equipos de hace 20 años o más.

La bomba 01 conocida como bomba piloto es la encargada de introducir caudal en las tuberías de distribución, con agua que se bombea desde las cisternas 01 y 02, una vez cargada de agua las tuberías, es ahí cuando las bombas 02 o 03 se encienden para suministrar presión a la red, la misma que permanece contante por todo el sistema de distribución.

Son bombas son de gran capacidad 20 HP, bombean agua desde las cisternas a una presión constante hasta el distribuidor de agua para todos los usos que se requiera en las instalaciones del hospital, estos equipos funcionan alternadamente las 24 horas del día, es decir, la bomba 02 o 03 están siempre en funcionamiento ya que el agua en el hospital se requiere constantemente.

Tabla 5. Datos y características de la bomba centrífuga 01

<p>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p>	
<p><b>CÓDIGO:</b> HGDR- CM-BC01</p>	
<p><b>MOTOR DE LA BOMBACENTRÍFUGA1 DE SUCCIÓN DE CISTERNA</b></p>	
<p><b>Tipo:</b> Jaula de ardilla</p>	<p><b>Serie # :</b></p>
<p><b>Modelo:</b> TVC 254TTPR5008AA</p>	<p><b>Año de Fabricación:</b></p>
<p><b>Marca:</b> MARATHON ELECTRIC</p>	<p><b>Manuales : NO</b></p>
<p><b>Características generales del motor:</b></p> <p><b>RPM:</b> 3500  <b>Max. Temp. Amb.:</b> 40<sup>0</sup>C  <b>Hz:</b>60  <b>HP:</b> 20  <b>Máx. Cap. Kvars:</b> 5,8  <b>Voltios:</b>230/460 V  <b>Amps:</b>47.4/23.7 A</p> 	
<p><b>BOMBACENTRÍFUGA1 DE SUCCIÓN DE CISTERNA</b></p>	
<p><b>Tipo:</b> Centrífuga</p>	<p><b>Serie # :</b></p>
<p><b>Modelo:</b>3656 S- Group</p>	<p><b>Año de Fabricación:</b></p>
<p><b>Marca:</b> GOULDS PUMPS COMPANY</p>	<p><b>Manuales :SI</b></p>
<p><b>Características generales de la bomba centrífuga:</b></p> <p><b>Capacidad:</b>  550 GPM (125 m<sup>3</sup>/h) hasta 3500 RPM  350 GPM (79 m<sup>3</sup>/h) hasta 1750 RPM</p> <p><b>Altura de succión:</b>  85 m en 3500 RPM  20 m en 1750 RPM</p> <p><b>Dirección de rotación:</b> En sentido de las manecillas del reloj(mirando del fin del motor)</p> <p><b>Presión de trabajo :</b> 100 PSI (7 bars)</p> <p><b>Impeler:</b> Bronce ASTM B584</p>	

Tabla 6. Datos y características de la bomba centrífuga 02

<p>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p>	
<p><b>CÓDIGO:</b> HGDR- CM-BC 02</p>	
<p><b>MOTOR DE LA BOMBACENTRÍFUGA1 DE SUCCIÓN DE CISTERNA</b></p>	
<p><b>Tipo:</b> Jaula de ardilla</p>	<p><b>Serie # :</b></p>
<p><b>Modelo:</b> TVC 254TTPR5008AA</p>	<p><b>Año de fabricación:</b></p>
<p><b>Marca:</b> MARATHON ELECTRIC</p>	<p><b>Manuales :</b>NO</p>
<p><b>Características generales del motor:</b></p> <p><b>RPM:</b> 3500  <b>Max. Temp. Amb.:</b> 40<sup>0</sup>C  <b>Hz:</b>60  <b>HP:</b> 20  <b>Máx. Cap. Kvars:</b> 5,8  <b>Voltios:</b>230/460 V  <b>Amps:</b>47.4/23.7 A</p> 	
<p><b>BOMBACENTRÍFUGA1 DE SUCCIÓN DE CISTERNA</b></p>	
<p><b>Tipo:</b> Centrífuga</p>	<p><b>Serie # :</b></p>
<p><b>Modelo:</b>3656 S- Group</p>	<p><b>Año de fabricación:</b></p>
<p><b>Marca:</b> GOULDS PUMPS COMPANY</p>	<p><b>Manuales :</b>SI</p>
<p><b>Características generales de la bomba centrífuga:</b></p> <p><b>Capacidad:</b>  550 GPM (125 m<sup>3</sup>/h) hasta 3500 RPM  350 GPM (79 m<sup>3</sup>/h) hasta 1750 RPM</p> <p><b>Altura de succión:</b>  85 m en 3500 RPM  20 m en 1750 RPM</p> <p><b>Dirección de rotación:</b> En sentido de las manecillas del reloj(mirando del fin del motor)</p> <p><b>Presión de trabajo :</b> 100 PSI (7 bars)</p> <p><b>Impeler:</b> Bronce ASTM B584</p>	

Tabla 7. Datos y características de la bomba centrífuga 03

<p>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p>	
<p align="center"><b>CÓDIGO:</b> HGDR- CM-BC 03</p>	
<p align="center"><b>MOTOR DE LA BOMBACENTRÍFUGA1 DE SUCCIÓN DE CISTERNA</b></p>	
<p><b>Tipo:</b> Jaula de ardilla</p>	<p><b>Serie # :</b></p>
<p><b>Modelo:</b> TVC 254TTPR5008AA</p>	<p><b>Año de fabricación:</b></p>
<p><b>Marca:</b> MARATHON ELECTRIC</p>	<p><b>Manuales :NO</b></p>
<p><b>Características generales del motor:</b></p> <p><b>RPM:</b> 3500  <b>Max. Temp. Amb.:</b> 40<sup>0</sup>C  <b>Hz:</b>60  <b>HP:</b> 20  <b>Máx. Cap. Kvars:</b> 5,8  <b>Voltios:</b>230/460 V  <b>Amps:</b>47.4/23.7 A</p> 	
<p align="center"><b>BOMBACENTRÍFUGA1 DE SUCCIÓN DE CISTERNA</b></p>	
<p><b>Tipo:</b> Centrífuga</p>	<p><b>Serie # :</b></p>
<p><b>Modelo:</b> 3656 S- Group</p>	<p><b>Año de fabricación:</b></p>
<p><b>Marca:</b> GOULDS PUMPS COMPANY</p>	<p><b>Manuales :SI</b></p>
<p><b>Características generales de la bomba centrífuga:</b></p> <p><b>Capacidad:</b>  550 GPM (125 m<sup>3</sup>/h) hasta 3500 RPM  350 GPM (79 m<sup>3</sup>/h) hasta 1750 RPM</p> <p><b>Altura de succión:</b>  85 m en 3500 RPM  20 m en 1750 RPM</p> <p><b>Dirección de rotación:</b> En sentido de las manecillas del reloj(mirando del fin del motor)</p> <p><b>Presión de trabajo :</b> 100 PSI (7 bars)</p> <p><b>Impeler:</b> Bronce ASTM B584</p>	

**4.3.2** *Fichas técnicas para los ablandadores de agua.* Utilizamos este equipo para eliminar la dureza por reacciones puramente químicas. Para ello nos servimos de compuestos químicos, que entran en reacción con los elementos que constituyen la dureza, principalmente sales de Ca y Mg.

El ablandamiento químico del agua, normalmente se realiza, sea como un preablandamiento o ablandamiento parcial o como un ablandamiento final.

El equipo más comúnmente utilizado para remover la dureza, es un ablandador de agua. Su rango de aplicación va desde el uso doméstico hasta el industrial y su dimensionamiento depende del contenido de dureza y caudal del agua.

El proceso de ablandamiento que toma lugar se llama intercambio iónico y el medio donde ocurre éste es una resina cargada iónicamente con sodio. Al contacto con el agua dura, la resina liberará los iones de sodio y retendrá los de la dureza propiciando el intercambio. Una vez que la resina ha alcanzado su punto de saturación de dureza, una regeneración de la misma será necesaria. Esta restauración de la resina a su estado original es comúnmente realizada con sal disuelta en agua.

La línea de ablandadores Culligan son los que actualmente se encuentran en funcionamiento en la casa de máquinas del hospital.

Con el controlador Culligan Hi Flo 3e, equipado con válvula de control montada sobre el tanque. Es ideal para el proceso industrial con producción de 280 GPM y capacidad de remoción de dureza sobre él **1,2** millones de granos por tanque.

A continuación los datos y características técnicas de funcionamiento de cada uno de ellos.

Tabla 8. Datos y características del ablandador de agua 01

<p>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p>			
<p><b>ABLANDADOR DE AGUA 1</b></p>			
<p><b>CÓDIGO:</b> HGDR- CM-AB 01</p>			
<p><b>Máquina:</b> Ablandador de agua 01</p>		<p><b>Marca:</b> CULLIGAN</p>	
<p><b>Tipo:</b> Hi-Flo 3e</p>		<p><b>Serie # :</b></p>	
<p><b>Código :</b>0118102</p>		<p><b>Año de Fabricación:</b>2009</p>	
<p><b>Fecha de adquisición:</b>21/07/2010</p>		<p><b>Manuales :</b>SI</p>	
<p><b>Características generales:</b></p> <p><b>Presión máxima:</b> 150 PSI (10 bar)</p> <p><b>Temperatura máxima:</b> 120 °F (49 °C)</p> <p><b>Temperatura mínima :</b> 40 °F (4.5 °C)</p> <p><b>Cantidad de producción:</b> 280 GPM</p> <p><b>Remoción de dureza :</b>1.2 millones granos por tanque</p> <p><b>Remoción de :</b> Calcio, Magnesio y Hierro</p>			
			

Tabla 9. Datos y características del ablandador de agua 02

<p>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p>			
<p><b>ABLANDADOR DE AGUA 02</b></p>			
<p><b>CÓDIGO: HGDR- CM-AB 02</b></p>			
<p><b>Máquina:</b> Ablandador de agua 2</p>		<p><b>Marca:</b> CULLIGAN</p>	
<p><b>Tipo:</b> Hi-Flo 3e</p>		<p><b>Serie # :</b></p>	
<p><b>Código :</b> 1221091</p>		<p><b>Año de Fabricación:</b>2009</p>	
<p><b>Fecha de adquisición:</b>21/07/2010</p>		<p><b>Manuales :</b>SI</p>	
<p><b>Características generales:</b></p> <p><b>Presión máxima:</b> 150 PSI (10 bar)  <b>Temperatura máxima:</b> 120 °F (49 °C)  <b>Temperatura mínima :</b> 40 °F (4.5 °C)  <b>Cantidad de producción:</b> 280 GPM  <b>Remoción de dureza :</b>1.2 millones granos por tanque  <b>Remoción de :</b> Calcio, Magnesio y Hierro</p>			
			

**4.3.3 Ficha técnica para el tanque recolector de condensado.** Para que una caldera funcione en óptimas condiciones, necesita contar con un sistema de suministro de agua que sea adecuado para su correcto funcionamiento, esto es debido a que es indispensable mantener un nivel de agua constante en el interior de la caldera, para que no ocurra un siniestro o falla de alguna de sus partes.

Esta es la función del tanque recolector de condensado, que además de suministrar agua tratada al sistema, recoge todo el condensado que los consumidores no han ocupado totalmente y lo repone nuevamente al sistema lográndose así un ahorro en tratamientos químicos.

Tabla 10. Datos y características del tanque recolector de condensado

<p><b>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA</b> <b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b></p>	
<p><b>CÓDIGO: HGDR- CM-TC</b></p>	
<p><b>TANQUE RECOLECTOR DE CONDENSADO</b></p>	
<p><b>Máquina:</b> Tanque recolector de condensado</p>	<p><b>Marca:</b> Superior Boiler Works inc.</p>
<p><b>Tipo:</b> Horizontal</p>	<p><b>Serie # :</b>50964</p>
<p><b>Modelo:</b></p>	<p><b>Año de Fabricación:</b>1987</p>
<p><b>Fecha de adquisición:</b></p>	<p><b>Manuales :</b>No</p>
<p><b>Características generales:</b></p> <p><b>Capacidad:</b> 300Gal <b>Temperatura máxima:</b>300 °C</p> <div data-bbox="1066 1447 1382 1861" data-label="Image"> </div>	

Tabla 11. Datos y características de la bomba centrífuga 04

<p>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p>			
<p><b>CÓDIGO: HGDR- CM-BTC 04</b></p>			
<p><b>MOTOR DE ARRANQUE</b></p>			
<p><b>Tipo:</b></p>		<p><b>Serie # :</b></p>	
<p><b>Modelo:</b></p>		<p><b>Año de Fabricación:</b></p>	
<p><b>Marca:</b> Electrical</p>		<p><b>Manuales :</b>No</p>	
<p><b>Características generales:</b></p> <p><b>HP:</b> 7.5  <b>RPM:</b> 1740  <b>Volts :</b>230 V  <b>Frecuencia :</b>60 Hz</p>			
			
<p><b>BOMBA CENTRÍFUGA 04</b></p>			
<p><b>Tipo:</b> Centrífuga</p>		<p><b>Serie # :</b>09-1848571-1</p>	
<p><b>Modelo:</b>3200</p>		<p><b>Año de Fabricación:</b></p>	
<p><b>Marca:</b> GOULDS PUMPS</p>		<p><b>Manuales :</b>No</p>	
<p><b>Características generales:</b></p> <p><b>Capacidad :</b> 175 GPM (40 m<sup>3</sup> /h)  <b>Altura de succión :</b> 130 ft (39 m)  <b>Temperatura de trabajo:</b> 180 °F(82 ° C)  <b>Presión de trabajo:</b> 35 PSI ( 241 kPa)</p>			

Tabla 12. Datos y características de la bomba centrífuga 05

<p>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p>			
<p><b>CÓDIGO:</b> HGDR- CM-BTC 05</p>			
<p><b>MOTOR DE ARRANQUE</b></p>			
<p><b>Tipo:</b></p>		<p><b>Serie # :</b></p>	
<p><b>Modelo:</b></p>		<p><b>Año de Fabricación:</b></p>	
<p><b>Marca:</b> Electrical</p>		<p><b>Manuales :</b>No</p>	
<p><b>Características generales:</b></p> <p><b>HP:</b> 7.5 <b>RPM:</b> 1740 <b>Volts :</b>230 V <b>Frecuencia :</b>60 Hz</p>			
<p><b>BOMBA CENTRÍFUGA 05</b></p>			
<p><b>Tipo:</b> Centrífuga</p>		<p><b>Serie # :</b></p>	
<p><b>Modelo:</b> 3200</p>		<p><b>Año de Fabricación:</b></p>	
<p><b>Marca:</b> GOULDS PUMPS</p>		<p><b>Manuales :</b>No</p>	
<p><b>Características generales:</b></p> <p><b>Capacidad :</b> 175 GPM (40 m<sup>3</sup> /h) <b>Altura de succión :</b> 130 ft (39 m) <b>Temperatura de trabajo:</b> 180 °F(82 ° C) <b>Presión de trabajo:</b> 35 PSI ( 241 kPa)</p>			

4.3.4 *Fichas técnicas para las bombas dosificadoras 01 y 02.* Estas bombas son de gran importancia en lo que se refiere la calidad de vapor, son las encargadas de alimentar

compuesto químico (Boiler) directamente al tanque recolector de condensado en forma continua para alimentar la caldera.

Por otra parte, este sistema minimiza las fallas o errores del personal. Por consiguiente es el sistema más recomendable, teniendo sobre todo en cuenta, el bajo costo de una bomba dosificadora.

Tabla 13. Datos y características de la bomba dosificadora 01

<b>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>BOMBA DOSIFICADORA 01</b>			
<b>CÓDIGO: HGDR- CM-BD 01</b>			
<b>Máquina:</b> Bomba dosificadora 1		<b>Marca:</b> LMI Milton Roy	
<b>Tipo:</b> ACTON MA 01720 USA		<b>Serie # :</b> 970710697	
<b>Modelo:</b> PO31-193S		<b>Año de Fabricación:</b>	
<b>Fecha de adquisición:</b>		<b>Manuales :</b> Si	
<b>Características generales:</b>  <b>Voltios:</b> 120 v c.a. <b>Frecuencia:</b> 50/60 Hz <b>Amperios:</b> 1.40 A <b>Cantidad de dosificación:</b> 0.42 GPH <b>Tamaño de la membrana:</b> 0.5 inch <sup>2</sup> <b>Cebado :</b> Manual			

Tabla 14. Datos y características de la bomba dosificadora 02

<b>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA</b> <b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>BOMBA DOSIFICADORA 02</b>			
<b>CÓDIGO: HGDR- CM-BD 02</b>			
<b>Máquina:</b> Bomba dosificadora 2		<b>Marca:</b> LMI Milton Roy	
<b>Tipo:</b> ACTON MA 01720 USA		<b>Serie # :</b> 970710699	
<b>Modelo:</b> PO31-193S		<b>Año de Fabricación:</b>	
<b>Fecha de adquisición:</b>		<b>Manuales :</b> Si	
<b>Características generales:</b>			
<b>Voltios:</b> 120 v c.a. <b>Frecuencia:</b> 50/60 Hz <b>Amperios:</b> 1.40 A <b>Cantidad de dosificación:</b> 0.42 GPH <b>Tamaño de la membrana:</b> 0.5 inch <sup>2</sup> <b>Cebado :</b> Manual			

**4.3.5 Fichas técnicas para las calderas pirotubulares.** Estas calderas compactas utilizan combustible, para generar vapor para uso industrial, en este caso para el hospital de Riobamba. El vapor que generan estas calderas puede ser utilizado en una variedad de presiones, dependiendo las exigencias requeridas de los consumidores.

Las calderas que se tiene en la casa de máquinas son tipo pirotubulares, o de tubos de fuego, llamadas así por la localización de los gases de la combustión, en los tubos de la cubierta de la caldera, el agua convertida en vapor está localizada entre los tubos y la cubierta.

Todas las calderas compactas son intercambiadores de calor, las calderas pirotubulares se asemejan a un intercambiador de calor de tubo en su construcción, las partes más significantes de una generadora de vapor son:

- La cubierta.
- Carcasa
- Hogar
- Tubos
- Espejos
- Compuertas
  - De las compuertas
  - Del hogar
- Aislamiento térmico
- El quemador.
- Accesorios de control.
- Accesorios de seguridad
- Man hole
- Hand hole.

La cubierta es el componente más grande de la caldera, la cubierta es una nave de presión que contiene agua caliente todos los otros elementos se adhieren a la cubierta que contiene los tubos y al quemador.

Tabla 15. Datos y características caldera01

<b>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA</b> <b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>CALDERA 01</b>					
<b>CÓDIGO: HGDR- CM-CA 01</b>					
<b>Máquina:</b> Caldera 1		<b>Marca:</b> Superior			
<b>Tipo:</b> Pirotubular		<b>Serie # :</b> 10054			
<b>Modelo:</b> 4-5-751		<b>Año de Fabricación:</b> 1987			
<b>Fecha de adquisición:</b>		<b>Manuales :</b> No			
<b>Características generales:</b>  <b>Superficie de calefacción:</b> 751 ft <b>Espesor:</b> 3/8 inch <b>Max. Presión de vapor:</b> 150 PSI <b>Capacidad de vapor :</b> 5175 lb/h					
<b>El quemador de la caldera:</b>  <b>Modelo:</b> 4-5-7511 GP <b>Serie:</b> 10054 <b>Tipo de combustible:</b> Diesel <b>Cantidad máx. de entrada:</b> 45 gal/h <b>Cantidad min. De entrada:</b> 15 gal/h					
	<b>VOLTAJE</b>	<b>HZ</b>	<b>PH</b>	<b>AMPERIOS</b>	<b>HP</b>
<b>Circuito de control</b>	120	60	1	5	-
<b>Motor del quemador</b>	240	60	1	12.8	5
<b>Bomba de aceite</b>	240	60	3	4.7	1.5

Tabla 16. Datos y características caldera 02

<b>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>CALDERA 02</b>					
<b>CÓDIGO: HGDR- CM-CA 02</b>					
<b>Máquina:</b> Caldera 2		<b>Marca:</b> Superior			
<b>Tipo:</b> Pirotubular		<b>Serie # :</b> 10055			
<b>Modelo:</b> 4-5-751		<b>Año de Fabricación:</b> 1987			
<b>Fecha de adquisición:</b>		<b>Manuales :</b> No			
<b>Características generales:</b>  <b>Superficie de calefacción:</b> 751 ft <b>Espesor:</b> 3/8 inch <b>Max. Presión de vapor:</b> 150 PSI <b>Capacidad de vapor :</b> 5175 lb/h					
<b>El quemador de la caldera:</b>  <b>Modelo:</b> 4-5-7511 GP <b>Serie:</b> 10055 <b>Tipo de combustible:</b> Diesel <b>Cantidad máx. de entrada:</b> 45 gal/h <b>Cantidad min. De entrada:</b> 15 gal/h					
	<b>VOLTAJE</b>	<b>HZ</b>	<b>PH</b>	<b>AMPERIOS</b>	<b>HP</b>
<b>Circuito de control</b>	120	60	1	5	-
<b>Motor del quemador</b>	240	60	1	12.8	5
<b>Bomba de aceite</b>	240	60	3	4.7	1.5

**4.3.6 Fichas técnicas para los calentadores de agua.** Estos calentadores de agua utilizadas en el hospital son de muchos años atrás, son fabricados en el año 1987, son calentadores de tipo horizontal.

Estos reciben parte del vapor que generan las calderas para calentar agua entre 40 y 45 °C, utilizada para varios fines como para las duchas y baños del hospital.

En el interior de los calentadores se encuentra un serpentín de cobre por el cual circula el vapor el mismo que calienta el agua que se encuentra en el interior del calentador, la carcasa de los calentadores están cubiertos internamente por material refractario de aproximadamente 15 cm, el mismo que se cumple la función de evitar la disipación del calor.

Tabla 17. Datos y características del calentador de agua 01

<b>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>CALENTADOR DE AGUA 01</b>		
<b>CÓDIGO: HGDR- CM-CH 01</b>		
<b>Máquina:</b> Calentador de agua 1	<b>Marca:</b> NAT'L BD USA	
<b>Tipo:</b> Calentador horizontal	<b>Serie # :</b> 12374	
<b>Modelo:</b> TK-1	<b>Año de Fabricación:</b> 1987	
<b>Fecha de adquisición:</b>	<b>Manuales :</b> No	
<b>Características generales:</b>		
<b>Presión máxima de trabajo:</b> 125 PSI a 350 °F (176 °C)		
<b>Temperatura de trabajo:</b> 115 °C		
<b>Dimensiones:</b>		
<b>Profundidad :</b> 5 m		
<b>Diámetro :</b> 1.5 m		
<b>Volumen:</b>		

Tabla 18. Datos y características del calentador de agua 02

<p><b>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA</b> <b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b></p>			
<p><b>CALENTADOR DE AGUA 02</b></p>			
<p><b>CÓDIGO: HGDR- CM-CH 02</b></p>			
<p><b>Máquina:</b> Calentador de agua 2</p>		<p><b>Marca:</b> NAT`L BD USA</p>	
<p><b>Tipo:</b> Calentador horizontal</p>		<p><b>Serie # :</b>12343</p>	
<p><b>Modelo:</b> TK -2</p>		<p><b>Año de Fabricación:</b>1987</p>	
<p><b>Fecha de adquisición:</b></p>		<p><b>Manuales :</b>No</p>	
<p><b>Características generales:</b></p> <p><b>Presión máxima de trabajo:</b>125 PSI a 350 °F (176 °C)</p> <p><b>Temperatura de trabajo:</b>115 °C</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p><b>Profundidad :</b>5 m</p> <p><b>Diámetro :</b>1.5 m</p> <p><b>Volumen:</b></p>			
			

**4.3.7 Ficha técnica para el motor y generador caterpillar.** Es el grupo electrógeno de emergencia, se encarga de proveer la energía eléctrica que necesitan las instalaciones de la casa de máquinas y del hospital para funcionar; cuando existen cortes de energía o daños en las líneas del sector.

Está constituido de un motor de combustión interna a diesel 3300 de 240 HP que gira a 1800 RPM con una potencia de 130 KW; trifásico de 12 cables; provee hasta de 200 - 600 Voltios, y 200 - 800 Amperios.

Tabla 19. Datos y características del motor y generador caterpillar

<p>HOSPITAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p>			
<p><b>MOTOR Y GENERADOR CATERPILLAR</b></p>			
<p><b>CÓDIGO: HGDR- CM-MG</b></p>			
<p><b>Máquina:</b> Motor generador Caterpillar</p>		<p><b>Marca:</b> CATERPILLAR</p>	
<p><b>Tipo:</b> Motor de combustión interna</p>		<p><b>Serie # :</b>2WBO4346</p>	
<p><b>Modelo:</b>3300</p>		<p><b>Año de Fabricación:</b></p>	
<p><b>Fecha de adquisición:</b></p>		<p><b>Manuales :</b>No</p>	
<p><b>Características generales:</b></p> <p><b>HP:</b> 240  <b>RPM:</b> 1800  <b>Potencia:</b> 130 Kw  <b>Fases:</b> 3 Trifásico  <b>Tipo de combustible :</b> Diesel  <b>Voltios que genera:</b> 200- 600 V  <b>Amperios que genera:</b> 200-800 A  <b>Frecuencias:</b> 45-65 Hz</p>			
			

#### 4.4 Fijación de tareas y frecuencia a trabajar para cada equipo

El banco de tareas a trabajar que realizaremos a continuación es el conjunto de trabajos de mantenimiento que se realiza en las partes más críticas de los equipos, con el objeto de que sus mecanismos y partes funcionen correctamente y se mantengan en buen estado.

Las frecuencias de mantenimiento que determinaremos es la magnitud con la que se repetirán los trabajos de mantenimiento determinados en el banco de tareas, para lo cual se determinara tomando en cuenta varios aspectos de funcionamiento, criterios de operadores y de tablas ya existentes (**ver anexo B**).

#### **4.4.1** *Elaboración del banco de tareas para las bombas centrífugas 01, 02 y 03.*

Figura 16. Bombas centrífugas de presión constante



Fuente: H.G.D.R

##### **4.4.1.1** *Revisión de la carcasa y anclaje.*

###### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 17 semanas (1290 h)

- Apagar la máquina.
- Revisar estado y sujeción de componentes de la carcasa
- Revisar la nivelación y alineamiento.
- Revisar el ajuste de los pernos de anclaje.

##### **4.4.1.2** *Inspección del motor de accionamiento.*

###### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 18 semanas (3000 h)

- Apagar la unidad

- Quitar la tapa de la carcasa
- Revisar el estado del eje
- Revisar estado de rodamientos
- Revisar las partes restantes
- Colocar tapa de la carcasa
- Encender la unidad
- Comprobar voltajes e intensidad de arranque
- Comprobar voltaje e intensidad de trabajo

#### **4.4.1.3** *Cambio de rodamientos del motor de accionamiento.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 77 semanas (13000 h)

- Apagar la unidad
- Desmontar el motor,
- Destapar carcasa
- Retirar rodamientos antiguos
- Colocar rodamientos nuevos
- Engrasa hasta los niveles recomendados.
- Colocar tapas y demás pieza retiradas.
- Montar el motor.
- Realizar prueba de funcionamiento (ruido, vibración)

#### **4.4.1.4** *Lubricación de rodamientos del motor de accionamiento.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 12 semanas (2000 h)

- Apagar la unidad
- Sacar la carcasa
- Lubricar rodamiento
- Colocar carcasa

- Encender la unidad

#### **4.4.1.5** *Cambio de anillos de desgaste.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 71 semanas (12000 h)

- Apagar la unidad
- Cerrar válvulas.
- Desmontar la unidad.
- Destapar voluta
- Retirar anillos gastados
- Colocar anillos nuevos
- Colocar la voluta
- Montar la unidad.
- Abrir válvulas de succión
- Realizar prueba de funcionamiento (fugas)

#### **4.4.1.6** *Cambio de, empaques y sello mecánico de la bomba centrífuga.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 71 semanas (12000 h)

- Apagar la unidad.
- Cerrar válvulas
- Desmontar la unidad.
- Desmontar partes necesarias.
- Retirar sellos y empaques antiguos.
- Colocar sellos y empaques nuevos.
- Montar partes retiradas.
- Montar la bomba.
- Abrir válvulas
- Realizar prueba de funcionamiento (fugas)

#### **4.4.1.7** *Revisión de tuberías de succión y descarga.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 12 semanas (2000 h)

- Revisar posibles fugas.
- Revisar apriete de las mismas.
- Revisar sellado de tuberías.

#### **4.4.1.8** *Cambio de empaques de tuberías de succión y descarga.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 48 semanas (8000h)

- Cerrar válvula de compuerta de ingreso de fluido.
- Apagar la unidad.
- Desconectar las tuberías
- Retirar empaques deteriorados.
- Limpiar bases de empaques.
- Colocar nuevos empaques.
- Volver a conectar las tuberías y abrir la válvula de compuerta de ingreso de fluido.
- Encender la bomba.

#### **4.4.1.9** *Inspección del sistema eléctrico.*

##### **Procedimiento:**

**Frecuencia:** 9 semanas (1500 h)

- Apagar la máquina.
- Desconectar y bloquear el sistema eléctrico.
- Comprobar la ausencia de corriente.
- Revisar el estado de los cables y empalmes.
- Inspección de elementos de protección y control.
- Conectar la máquina.

- Verificar la llegada de voltaje requerido.

#### 4.4.1.10 *Inspección de la fijación del impeller.*

**Procedimiento:**

**Frecuencia:** 12 semanas (2000h)

- Apagar la unidad.
- Cerrar válvulas
- Desmontar la unidad.
- Desmontar partes necesarias.
- Verificar apriete del impeller.
- Cambiar impeller si es necesario
- Limpiar impeller.
- Montar partes retiradas.
- Montar la unidad.
- Poner en funcionamiento.

#### 4.4.2 *Elaboración del banco de tareas para los ablandadores de agua 01 y 02.*

Figura17. Ablandadores de agua Culligan



Fuente: H.G.D.R

#### **4.4.2.1** *Revisión de la carcasa y anclaje.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 17 semanas (1290 h).

- Revisar estado y sujeción de componentes de la carcasa
- Revisar la nivelación y alineamiento.
- Revisar la ubicación del equipo

#### **4.4.2.2** *Comparar parámetros de funcionamiento.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 2 semanas.

- Inspeccionar visualmente los datos de funcionamiento
- Comparar con los rangos de funcionamiento recomendados.

#### **4.4.2.3** *Mantenimiento del cabezal electrónico.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 4 semanas.

- Colocar equipo en Stand By.
- Apagar el equipo
- Desmontar cabezal electrónico
- Mantenimiento general del cabezal
- Montar cabezal electrónico.
- Programar cabezal electrónico.

#### **4.4.2.4** *Controlar el nivel de la salmuera.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Semanal.

- Destapar la tapa de salmuera.

- Revisar nivel de sal.
- Poner sal hasta el nivel recomendado.
- Poner agua hasta nivel recomendado.
- Agitar sal.
- Colocar tapa de la salmuera.

#### 4.4.2.5 *Revisión de tuberías y válvulas.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 12 semanas (2000 h)

- Revisar posibles fugas.
- Revisar montaje de tuberías y válvulas.
- Revisar posición y nivelación de tuberías y válvulas.
- Revisar juego de válvulas.

#### 4.4.2.6 *Limpieza general.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Mensual (720 h).

- Limpiar equipo externamente.

#### 4.4.3 *Elaboración del banco de tareas para el tanque recolector de condensado.*

Figura18. Tanque recolector de condensado



Fuente: H.G.D.R

#### **4.4.3.1** *Revisión de la carcasa y anclaje.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 17 semanas (1290 h).

- Revisar estado y sujeción de componentes de la carcasa, con el equipo en reposo.
- Revisar la nivelación y alineamiento.

#### **4.4.3.2** *Limpieza del visor de nivel de agua.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 4 semanas (720 h)

- Poner el equipo fuera de funcionamiento.
- Purgar el equipo.
- Desmontar el visor.
- Limpiar internamente el visor.
- Montar el visor limpio.
- Poner en funcionamiento el equipo.

#### **4.4.3.3** *Revisar y limpiar válvulas.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Mensual.

- Revisar presencia de fugas.
- Revisar estado de las válvulas
- Limpiar las válvulas.
- Verificar juego de las válvulas
- Lubricar si fuera necesario.
- Inspeccionar sujeción de válvulas.

#### 4.4.3.4 *Revisar y limpiar termómetro.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Mensual.

- Revisar si se encuentra en funcionamiento.
- Revisar si da una lectura coherente.
- Limpiar.

#### 4.4.3.5 *Limpieza interior del tanque recolector.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Semestral.

- Poner el equipo fuera de funcionamiento.
- Purgar el tanque totalmente.
- Limpiar el tanque.
- Llenar hasta el nivel recomendado.
- Poner en funcionamiento el equipo.

#### 4.4.3.6 *Revisión y limpieza de línea de abastecimiento, drenaje y ventilación.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 12 semanas (2000h)

- Revisar posibles fugas.
- Revisar apriete de las mismas.
- Purgar totalmente las tuberías para limpiar las mismas.

#### 4.4.3.7 *Cambio de empaques de tuberías.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 48 semanas (8000 h)

- Bloquear ingreso del fluido.

- Purgar el tanque.
- Desconectar las tuberías.
- Retirar empaques deteriorados y limpiar bases de empaques.
- Colocar nuevos empaques.
- Volver a conectar las tuberías.
- Abrir la válvula de compuerta de ingreso de fluido.

#### 4.4.4 *Elaboración del banco de tareas para las bombas centrífugas 04 y 05.*

Figura19. Bomba centrífugas 04 y 05



Fuente: H.G.D.R

##### 4.4.4.1 *Revisión de la carcasa y anclaje.*

###### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 17 semanas (1290 h).

- Apagar la máquina.
- Revisar estado y sujeción de componentes de la carcasa
- Revisar la nivelación y alineamiento.
- Revisar el ajuste de los pernos de anclaje.

##### 4.4.4.2 *Inspección del motor de accionamiento.*

###### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 18 semanas (3000 h)

- Apagar la unidad

- Quitar las tapas.
- Revisar el estado del eje y de rodamientos.
- Colocar tapas.
- Encender la unidad
- Comprobar voltajes e intensidad de arranque
- Comprobar voltaje e intensidad de trabajo

#### **4.4.4.3** *Cambio de rodamientos del motor de accionamiento.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 77 semanas (13000 h)

- Apagar la unidad
- Desmontar el motor,
- Destapar carcasa
- Retirar rodamientos antiguos
- Limpiar el motor
- Colocar rodamientos nuevos
- Engrasa hasta los niveles recomendados.
- Colocar tapas y demás pieza retiradas.
- Montar el motor.
- Realizar prueba de funcionamiento (ruido, vibración)

#### **4.4.4.4** *Lubricación de rodamientos del motor de accionamiento.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 12 semanas (2000 h)

- Apagar la unidad
- Sacar la carcasa
- Lubricar rodamiento
- Colocar carcasa
- Encender la unidad

#### **4.4.4.5** *Cambio de anillos de desgaste.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 71 semanas (12000 h)

- Apagar la unidad
- Cerrar válvulas.
- Desmontar la unidad.
- Destapar voluta
- Retirar anillos gastados
- Colocar anillos nuevos
- Colocar la voluta
- Montar la unidad.
- Abrir válvulas de succión
- Realizar prueba de funcionamiento (fugas)

#### **4.4.4.6** *Cambio de, empaques y sello mecánico de la bomba centrífuga.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 71 semanas (12000 h)

- Apagar la unidad.
- Cerrar válvulas
- Desmontar la unidad.
- Desmontar partes necesarias.
- Retirar sellos y empaques antiguos.
- Colocar sellos y empaques nuevos.
- Montar partes retiradas.
- Montar la bomba.
- Abrir válvulas
- Realizar prueba de funcionamiento (fugas)

#### **4.4.4.7** *Revisión de tuberías de succión y descarga.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 12 semanas (2000 h)

- Revisar posibles fugas.
- Revisar apriete de las mismas.
- Revisar sellado de tuberías.

#### **4.4.4.8** *Cambio de empaques de tuberías de succión y descarga.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 48 semanas (8000 h)

- Cerrar válvula de compuerta de ingreso de fluido.
- Apagar la unidad.
- Desconectar las tuberías
- Retirar empaques deteriorados.
- Limpiar bases de empaques.
- Colocar nuevos empaques.
- Volver a conectar las tuberías.
- Abrir la válvula de compuerta de ingreso de fluido.
- Encender la bomba.

#### **4.4.4.9** *Inspección del sistema eléctrico.*

##### **Procedimiento:**

**Frecuencia:** 9 semanas (1500 h)

- Apagar la máquina.
- Desconectar y bloquear el sistema eléctrico.
- Comprobar la ausencia de corriente.
- Revisar el estado de los cables y empalmes.
- Inspección de elementos de protección y control.
- Conectar la máquina.

- Verificar la llegada de voltaje requerido.

#### 4.4.4.10 Inspección de la fijación del impeller.

**Procedimiento:**

**Frecuencia:** 12 semanas (2000 h)

- Apagar la unidad.
- Cerrar válvulas
- Desmontar la unidad.
- Verificar apriete del impeller.
- Cambiar impeller si es necesario.
- Montar partes retiradas.
- Montar la unidad.
- Poner en funcionamiento.

#### 4.4.5 Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para las bombas dosificadoras 01 y 02.

Figura 20. Bombas dosificadoras



Fuente: H.G.D.R

#### **4.4.5.1** *Revisión de la carcasa y anclaje.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 17 semanas (1290 h).

- Apagar la máquina.
- Revisar estado y sujeción de componentes de la carcasa.
- Revisar la nivelación y alineamiento.
- Revisar el ajuste de los pernos de anclaje.
- Revisar tanque de abastecimiento.

#### **4.4.5.2** *Limpieza de la válvula de pie.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Mensual

- Colocar la bomba Stand By.
- Desmontar válvula de pie
- Limpiar y pulverizar con aire comprimido.
- Montar la válvula de pie.
- Poner en funcionamiento la bomba.

#### **4.4.5.3** *Cambio de la membrana.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Anual.

- Sacar la válvula de pie para que purgue la bomba.
- Desmontar dosificador.
- Retirar membrana deteriorada.
- Limpiar la base de la membrana.
- Colocar nueva membrana recomendada.
- Verificar apriete de la membrana.
- Montar dosificador.

#### 4.4.5.4 Limpieza general.

**Procedimiento:**

**Frecuencia:** Trimestral.

- Poner la bomba en Stand By.
- Desmontar la bomba.
- Limpiar y pulverizar con aire comprimido.
- Montar la bomba.

#### 4.4.5.5 Inspección eléctrica.

**Procedimiento:**

**Frecuencia:** 9 semanas (1500 h)

- Desconectar y bloquear el sistema eléctrico
- Revisar el estado de los cables y empalmes.
- Inspección de elementos de control.
- Conectar la máquina.
- Verificar la llegada de voltaje requerido.

#### 4.4.6 Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para las calderas 01 y 02.

Figura 21. Caldera



Fuente: H.G.D.R

#### **4.4.6.1** *Revisión de la carcasa y anclaje.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 17 semanas (1290 h).

- Apagar la máquina.
- Revisar estado y sujeción de componentes de la carcasa.
- Revisar la nivelación y alineamiento.
- Revisar el ajuste de los pernos de anclaje.

#### **4.4.6.2** *Purgar la caldera.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Semanal.

- Poner la caldera en stand by.
- Abrir válvula de purga inferior
- Cerrar válvula de purga.

#### **4.4.6.3** *Control de parámetros de funcionamiento.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Semanal.

- Observar temperatura de trabajo.
- Observar presión de trabajo.
- Controlar la cantidad de combustible consumido.
- Analizar datos reales con los recomendados.

#### **4.4.6.4** *Verificar estado de manómetros, termómetros.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Quincenal.

- Revisar que lo instrumentos estén en funcionamiento

- Apagar la máquina.
- Verificar que los instrumentos de medida lleguen a cero.
- Inspeccionar que se encuentren bien sujetos.
- Limpiar los visores.
- Encender la máquina.

#### **4.4.6.5** *Verificar funcionamiento del control de nivel de agua.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Quincenal.

- Verificar el nivel de agua en el visor.
- Revisar si en los niveles correctos se apaga y enciende el quemador.
- Revisar funcionamiento de las válvulas del controlador de nivel de agua.

#### **4.4.6.6** *Cambio de empaques en Mc Donnell.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Semestral

- Colocar la caldera en Stand By y esperar que la presión baje a 0 PSI
- Desmontar el Mc Donnell.
- Construir nuevos empaques con la forma y dimensiones recomendadas.
- Colocar nuevos empaques fijándole con permatex de alta temperatura en la superficie de asentamiento.
- Montaje del Mc Donnell

#### **4.4.6.7** *Analizar el agua de alimentación para las calderas.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Quincenal.

- Tomar muestras de agua en la válvula de purga inferior.
- Analizar químicamente.

- Evaluar resultados.

#### **4.4.6.8** *Verificar estado de válvulas de seguridad.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Mensual

- Revisar visualmente su estructura.
- Revisar posibles fugas
- Revisar fijación de las válvulas.

#### **4.4.6.9** *Realizar limpieza integral externa del equipo.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Trimestral

- Apagar el equipo.
- Limpiar el equipo.
- Pintar si fuera necesario.

#### **4.4.6.10** *Limpieza de filtros de combustible.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Trimestral

- Colocar la caldera en Stand By.
- Cerrar válvulas de entrada y salida de combustible.
- Desmontar filtros
- Limpiar filtros
- Pulverizar filtros con aire a presión.
- Reemplazar filtros si fuera necesario.
- Abrir válvulas de entrada y salida de combustible.

#### **4.4.6.11** *Inspección de motores la caldera.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 18 semanas (3000 h)

- Apagar la máquina
- Quitar las tapas.
- Revisar estado del eje.
- Revisar los rodamientos.
- Limpiar y lubricar partes necesarias.
- Colocar las tapas.

#### **4.4.6.12** *Cambio de rodamientos de los motores.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 77 semanas (13000 h)

- Colocar la caldera en Stand By y esperar que la presión baje a 0 PSI
- Desmontar los motores
- Destapar carcasa.
- Retirar rodamientos antiguos.
- Limpiar todos los elementos.
- Colocar rodamientos nuevos.
- Engrasar hasta los niveles recomendados.
- Colocar carcasa.
- Montar los motores.

#### **4.4.6.13** *Revisar y limpiar el quemador.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 8 semanas

- Colocar la caldera en Stand By y esperar que la presión baje a 0 PSI
- Desmontar quemador.
- Limpiar boquillas.

- Limpiar electrodos.
- Revisar y limpiar accesorios.
- Limpiar difusor.
- Limpiar válvula solenoide.
- Revisar y limpiar motor ventilador.
- Revisar y limpiar empaquetaduras.

#### **4.4.6.14** *Over hall de la caldera.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Anual

- Realizar todas las tareas programadas.
- Calibración de accesorios.
- Realizar pruebas junto con el operador.

#### **4.4.6.15** *Mantenimiento integral del sistema eléctrico.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Over hall

- Programador.
- Controles de presión.
- Termostatos.
- Contactores y protecciones eléctricas
- Conductores eléctricos
- Dispositivos de modulación
- Tablero eléctrico

#### **4.4.6.16** *Mantenimiento integral del sistema de agua.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Over hall

- Motor - bomba de agua
- Control de bajo nivel de agua
- Controles de mando eléctrico
- Líneas de conducción
- Accesorios (filtros y válvulas)

#### **4.4.6.17** *Mantenimiento integral del sistema de combustión.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Over hall

- Bomba de combustible.
- Motor de bomba de combustible.
- Válvula reguladora de presión de combustible.
- Línea de conducción.
- Accesorios (Filtros, Válvulas).

#### **4.4.6.18** *Limpeza de atomizadores de combustible y calibración de electrodos.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Over hall.

Desmontar cañerías y ductos de aire y diesel.

Limpiar atomizador.

Pulverizar con aire a presión.

Calibrar electrodos.

#### **4.4.6.19** *Reparación del refractario de la caldera.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Over Hall

- Desarmar la tapa posterior
- Detectar fisuras.

- Reparar las partes metálicas.
- Reparar el refractario deteriorado.

#### 4.4.6.20 *Lavado químico de tubos de fuego.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Over hall

- Descarbonizar tubos.
- Limpieza de tubos internamente.
- Realizar lavado químico.
- Limpieza de tubos externamente.

#### 4.4.6.21 *Cambio de empaques del man hole y hand hole.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Over hall

- Colocar la caldera en Stand By y esperar que la presión baje a 0 PSI
- Retirar empaque deteriorado.
- Realizar empaques de iguales características.
- Limpiar bases de empaques.
- Colocar nuevos empaques.
- Asegurar las tapas respectivas.

#### 4.4.7 *Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para los calentadores de agua 01 y 02.*

Figura 22. Calentadores de agua



Fuente: H.G.D.R

#### **4.4.7.1** *Revisión de la carcasa y anclaje.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 17 semanas (1290 h).

- Apagar la máquina.
- Revisar estado y sujeción de componentes de la carcasa
- Revisar la nivelación y alineamiento.
- Revisar el ajuste de los pernos de anclaje.

#### **4.4.7.2** *Revisión de tuberías y válvulas.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 12 semanas (2000 h)

- Revisar posibles fugas.
- Revisar montaje de tuberías y válvulas..
- Revisar juego de válvulas.

#### **4.4.7.3** *Mantenimiento del serpentín de cobre.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Trimestral.

- Poner calentador en Stand By.
- Desmontar serpentín.
- Baquetear serpentín y revisar posibles fugas de vapor.
- Soldar fugas.
- Lavado químico del serpentín
- Montar serpentín.

#### **4.4.7.4** *Cambio de empaque del serpentín de cobre.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Semestral

- Poner calentador en Stand By.
- Desmontar empaque.
- Retirar empaque deteriorado.
- Construir empaque de iguales características.
- Limpiar base de empaque.
- Montar empaque nuevo.
- Revisar fugas.

#### 4.4.7.5 *Mantenimiento general del sistema de vapor.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Semestral.

- Poner calentador en Stand By.
- Desmontar accesorios (trampas de vapor, válvulas reductoras de presión, manómetros, termómetros).
- Mantenimiento de accesorios.
- Montar accesorios correspondientes.

#### 4.4.8 *Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para el distribuidor de vapor.*

Figura23. Distribuidor de vapor



Fuente: H.G.D.R

##### 4.4.8.1 *Mantenimiento general del distribuidor de vapor.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 71 semanas (12000 h)

- Revisión de las válvulas de seguridad y control.
- Inspección de fugas.
- Inspección del aislante térmico (cañuelas).
- Inspección de accesorios de control.
- Revisión de parámetros de trabajo.
- Inspección de tuberías.

#### 4.4.8.2 *Cambio de empaques de tuberías.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 48 semanas (8000 h)

- Bloquear ingreso de vapor
- Desmontar tuberías
- Retirar empaques deteriorados
- Realizar nuevos empaques
- Colocar nuevos empaques
- Montar tuberías
- Desbloquear recorrido de vapor.

#### 4.4.9 *Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para el distribuidor de agua.*

Figura24. Distribuidor de agua



Fuente: H.G.D.R

#### 4.4.9.1 *Mantenimiento general del distribuidor de agua.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 71 semanas (12000 h)

- Revisión de las válvulas de seguridad y control.
- Inspección de tuberías.
- Revisar fugas.

#### 4.4.9.2 *Cambio de empaques de tuberías.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 48 semanas (8000 h)

- Bloquear ingreso de fluido.
- Desmontar tuberías.
- Retirar empaques deteriorados.
- Colocar nuevos empaques.
- Montar tuberías.
- Desbloquear recorrido del fluido.

#### 4.4.10 *Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para el tanque de combustible.*

Figura 25. Tanque de combustible



Fuente: H.G.D.R

#### **4.4.10.1** *Revisión y limpieza del tanque de combustible.*

**Procedimiento Frecuencia:** Semestral.

- Revisar carcasa y detectar fisuras.
- Cerrar la válvula de ingreso de combustible.
- Purgar totalmente el tanque.
- Abrir la tapa y guardas.
- Limpiar y pulverizar con aire comprimido los accesorios del tanque.
- Colocar la tapa.
- Cambiar filtro .
- Limpiar el visor.

#### **4.4.10.2** *Revisar y limpiar línea de abastecimiento, drenaje y ventilación.*

**Procedimiento Frecuencia:** 12 semanas (2000 h)

- Bloquear ingreso de fluido.
- Desmontar cañerías.
- Limpiar cañerías.
- Desbloquear recorrido de fluido.

#### **4.4.11** *Elaboración del banco de tareas y fijación de frecuencias para el motor generador caterpillar.*

Figura 26. Motor generador caterpillar



Fuente: H.G.D.R

#### **4.4.11.1** *Revisión de la carcasa y anclaje.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 17 semanas (1290 h).

- Apagar la máquina.
- Revisar estado y sujeción de componentes de la carcasa.
- Revisar la nivelación y alineamiento.
- Revisar el ajuste de los pernos de anclaje.

#### **4.4.11.2** *Cambio de aceite y filtro del motor.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 4000 km

- Purgar el aceite completamente.
- Retirar filtro usado.
- Colocar nuevo filtro.
- Colocar aceite recomendado y revisar nivel de aceite.

#### **4.4.11.3** *Limpieza del tanque de combustible.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Anual

- Desmontar partes necesarias.
- Purgar totalmente el tanque.
- Limpiar el tanque.
- Montar partes correspondientes.

#### **4.4.11.4** *Revisión de las baterías y limpieza de bornes.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 21 semanas (3500 h)

- Desconectar bornes de la batería.
- Limpiar bornes.
- Conectar los bornes debidamente ajustados.
- Revisar niveles de agua destilada de la batería.

#### **4.4.11.5** *Revisión de refrigerante de radiador.*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** Mensual

- Enfriar el motor.
- Abrir la tapa del refrigerante.
- Revisar nivel de refrigerante.
- Completar refrigerante.

#### **4.4.11.6** *Over hall del motor generador*

##### **Procedimiento**

**Frecuencia:** 40000 horas de trabajo.

- Cambio y calibración de válvulas.
- Cambio de rines.
- Cambio de cojinetes de bielas y bancada.
- Cambio de empaques del motor.
- Cambio de bandas y poleas.
- Revisión y limpieza de la bomba de aceite, motor de arranque, alternador y demás accesorios.

## CAPÍTULO V

### **5. PROGRAMACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO POR MEDIO DEL SOFTWARE SGM Pro**

Una buena planificación y programación es la respuesta para una eficiente efectiva y eficaz administración de operaciones de mantenimiento; sin embargo pocas empresas tienen las herramientas adecuadas para desempeñar estas funciones.

Para realizar la programación anual de las tareas de mantenimiento que se han definido en el capítulo anterior para cada equipo de la casa de máquinas del hospital, utilizaremos el software llamado SGM Pro (software de gestión de mantenimiento)

#### **5.1 Introducción al software SGM Pro (software de gestión de mantenimiento)**

El software SGM Pro surge como resultado de la necesidad de automatizar los procesos fundamentales en la gestión de mantenimiento a través de la conexión a internet o en una intranet.

SGM Pro es una aplicación web, la cual permite el ingreso de estrategias, técnicos, equipos, ubicaciones técnica, componentes, repuestos y fallas, con el fin de realizar el plan de mantenimiento anual.

Es una aplicación amigable para el usuario y de muy fácil manejo, con íconos intuitivos para cualquier persona, lo cual permitirá el autoaprendizaje del funcionamiento del software. El mismo puede ser utilizado mediante la internet a través de un dominio, o por defecto, en un grupo de computadoras conectadas en una red, donde una funcione como servidor, en el cual estará alojada la aplicación y en donde todos los ordenadores

accederán a los servicios que proporciona el servidor; a esto se le denomina como intranet.

## 5.2 Requerimientos del sistema

SGM Pro requiere de las siguientes especificaciones técnicas para su uso óptimo y eficaz:

- Sistema Operativo Windows XP.
- Disco Duro de 20GB.
- Memoria RAM DDR2 de 512MB.
- Procesador Intel Pentium 4 de 3.0 Ghz.
- Monitor 14'' Resolución 1280 x 720.
- Navegador Mozilla Firefox versión 3.0.19.

## 5.3 Tutorial del software

**5.3.1 Página de inicio.** Abrimos la aplicación por medio del explorador de Internet (se recomienda Mozilla Firefox).

Figura 27. Página de inicio



Fuente: Software SGM Pro.

**5.3.1.1 Inicio de sesión.** Está ubicado en la parte izquierda inferior de la página.

Figura 28. Parte de inicio de sesión



Fuente: Software SGM Pro.

Damos clic en iniciar sesión y nos aparecen las opciones para ingresar el nombre de usuario, y también la contraseña.

**5.3.1.2 Menú principal.** Aquí se generan las opciones que nos ofrece el software para la gestión del mantenimiento.

Figura 29. Menú principal



Fuente: Software SGM Pro.

**5.3.1.3 Ingreso de tareas.** Una vez iniciado el menú principal procedemos a ingresar las estrategias o tareas de mantenimiento con su respectiva frecuencia y tiempo de duración estimado, también podemos adjuntar un archivo el cual nos da una guía para la realización de la tarea.

Figura 30. Ingreso de estrategias

**INSERTAR ESTRATEGIAS**

**Actividad (\*):** Revisión de caracasa y anclaje

**Duración (\*):** 1 Horas

**Frecuencia (\*):** 2920

**Unidad:** Horas

**Tipo:** Mecánico

**Procedimiento:**  Examinar...

Fuente: Software SGM Pro.

Una vez ingresado todas las tareas de mantenimiento para todos los equipos tenemos todas las tareas agrupadas de tipo eléctrico, mecánico, electrónico, hidráulico, neumático, las cuales posteriormente la asignaremos a cada uno de los equipos ingresados.

Estas tareas podemos ingresar con la frecuencia en horas, en semanas, en golpes, o en kilómetros.

Figura 31. Lista de tareas

ESTRATEGIAS							
							
<a href="#">Insertar Estrategia</a>		<a href="#">Estrategias Realizadas</a>		<a href="#">Estrategias Revisadas</a>		<a href="#">Estrategias de Medición</a>	
Número	Actividad	Duración	Frecuencia	Unidad	Tipo	Procedimiento	Acciones
1	Revisión de la carcasa y anclaje	1,00 horas	2920	Horas	M		  
2	Inspección del motor de accionamiento.	0,50 horas	3000	Horas	M		  
3	Cambio de rodamientos del motor de accionamiento	2,00 horas	12000	Horas	M		  

Fuente: Software SGM Pro.

**5.3.1.4 Ingreso de códigos de equipos.** El siguiente paso es el ingreso de la ubicación técnica de cada uno de los equipos, ingresaremos el código que anteriormente se fijo.

Figura 32. Ubicación técnica de equipos

UBICACIÓN TÉCNICA			
			
Número	Código	Descripción	Acciones
1	HGDR- CM-BC01	Bomba centrífuga 1	 
2	HGDR- CM-BC 02	Bomba centrífuga 2	 
3	HGDR- CM-BC 03	Bomba centrífuga 3	 
4	HGDR- CM-AB 01	Ablandador de agua 1	 
5	HGDR- CM-AB 02	Ablandador de agua 2	 
6	HGDR- CM-TC	Tanque de condensado	 

Fuente: Software SGM Pro.

**5.3.1.5 Ingreso de datos y fichas técnicas de equipos.** Vamos a ingresar los datos más característicos de cada equipo, las fichas técnicas de cada uno de los equipos se lo insertara como documento adjunto en formato pdf.

Tabla 33. Ingresos de datos de equipos

INGRESAR EQUIPOS	
Descripción (*):	CALDERA 2
Código (*):	1004
Marcas (*):	SUPERIOR BOILER WORKS
Modelo (*):	45751
Fabricante:	USA
Distribuidor:	USA
Año:	1987
Ubicación Técnica:	HGDR- CM-CA 02 ; Caldera 2
Ficha Técnica:	C:\glassfish3\glassfish\dc <input type="button" value="Examinar..."/>

Fuente: Software SGM Pro.

**5.5.1.6 Designación de tareas a cada equipo.** Ya ingresado el inventario de equipos procedemos a designar las tareas que se realizaran para cada equipo.

Estableceremos la semana de inicio para la tarea y el programa automáticamente generara las próximas fechas de mantenimiento, se tratara en lo posible de homogenizar las tareas para todo el año, de manera que el trabajo para el personal no sea sobrecargado en unas semanas y en otras no se tenga tareas que realizar.

Figura 34. Asignación de tareas

Fuente: Software SGM Pro.

Una vez designado las tareas que se efectuara para cada equipo se podrá visualizar la lista de tareas asignadas y que tendrán que realizarse según se genere en el plan de mantenimiento.

Figura 35. Tareas para la bomba centrífuga 01

<b>MIS ACTIVIDADES</b>		
Numero	Actividad	Semana de Inicio
1	Revisión de la carcasa y anclaje	27
2	Inspección del motor de accionamiento.	28
3	Cambio de rodamientos del motor de accionamiento	27
4	Lubricación de rodamientos del motor de accionamiento.	36
5	Cambio de anillos de desgaste	32
6	Cambio de empaques y sello mecánico de la bomba centrífuga	29
7	Revisión de tuberías de succión y descarga.	31
8	Inspección del sistema eléctrico.	32

Fuente: Software SGM Pro.

**5.5.1.7 Generación del plan de mantenimiento.** Ya designado las tareas para cada equipo, vamos a proceder a generar el plan de mantenimiento según las fechas programadas en este caso desde el mes de julio del 2012 hasta el mes de julio del 2013.

Aquí aparecerá la tarea a realizarse, el equipo a cual se realizara dicha tareas, la frecuencia en semanas con la que se realizara la tarea, y nos indicara también la semana del año en la cual se empezara la tarea.

Figura 36. Generación del plan

Cant	Estrategia	Equipo	Frecuencia	Inicio_Semana
1	Comparar parametros de funcionamiento	ABLANDADOR DE AGUA 1 - 0118	2 Semanas	27
2	Controlar el nivel de la salmuera	ABLANDADOR DE AGUA 1 - 0118	1 Semanas	28
3	Limpieza general	ABLANDADOR DE AGUA 1 - 0118	4 Semanas	30
4	Comparar parametros de funcionamiento	ABLANDADOR DE AGUA 2 - 1221	2 Semanas	32
5	Mantenimiento del cabezal electronico	ABLANDADOR DE AGUA 2 - 1221	4 Semanas	44
6	Controlar el nivel de la salmuera	ABLANDADOR DE AGUA 2 - 1221	1 Semanas	31

Fuente: Software SGM Pro.

**5.5.1.8 Ingreso de fallas.** Otra opción que nos da este software es que podemos ingresar fallas que se han atendido con la fecha en que se presento, la fecha que se atendió la falla, y el tiempo que se demoro en atender la falla.

Figura 37. Ingreso de fallas

**INGRESAR FALLAS**

<b>Descripcion Equipo:</b>	CALDERA 1 - 1005
<b>Novedad:</b>	se cambio empaques de man hole y hand hole
<b>Fecha Inicio (*):</b>	04-09-2012
<b>Hora Inicio (*):</b>	13:30:00
<b>Fecha Fin:</b>	04-09-2012
<b>Hora Fin:</b>	17:00:00
<b>Tiempo de Falla:</b>	3.5 horas

Fuente: Software SGM Pro.

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 6.1 Conclusiones

Por medio de este trabajo, realizamos un plan de MPP para los equipos que generan y distribuyen vapor para el H.G.D.R, para de esta manera lograr que los equipos estén permanentemente inspeccionados por parte del personal de mantenimiento y evitar paros imprevistos del sistema.

Tomando ciertos parámetros técnicos evaluamos el estado de los equipos y según los resultados obtenidos concluimos que la mayoría de equipos están en buen estado de funcionamiento.

Los datos técnicos de los equipos de la casa de máquinas no están registrados, por tal razón elaboramos las fichas de características técnicas de cada uno de los equipos.

Todos los equipos de casa de máquinas se encuentran codificados de acuerdo al inventario del hospital, pero no de manera técnica por lo que se realizó una nueva codificación que nos ayudará a identificar y ubicar a cada equipo.

Al no existir un plan de mantenimiento, el personal técnico y los operadores esperan que ocurra la falla, para realizar los trabajos de mantenimiento en los equipos, por tal motivo resulta ineficiente y caro el servicio de mantenimiento que se realiza, razón por la cual se propone este plan de MPP.

Las frecuencias que se han fijado, van de acuerdo a frecuencias ya establecidas para mantenimiento planificado, también se tomo en cuenta las recomendaciones de los fabricantes de los equipos.

El Software SGM Pro seleccionado para realizar éste trabajo, está diseñado para generar de forma automática el plan de mantenimiento, y dar reportes para archivar como bitácoras de mantenimiento.

## **6.2 Recomendaciones**

Capacitar al personal del departamento de mantenimiento con el uso del software para cumplir de manera efectiva con todas las tareas y frecuencias programadas.

Designar al personal de mantenimiento de acuerdo al perfil específico, en función de la tarea a realizar.

Aplicar el plan de MPP según la programación, para lograr como resultado una mayor disponibilidad de los equipos, optimizar los recursos económicos, humanos y materiales.

Para cumplir las frecuencias fijadas para cada tarea de mantenimiento es necesario disponer de un stock de repuestos, materiales y herramientas para el cumplimiento de las tareas.

Sensibilizar al personal y autoridades sobre la importancia del mantenimiento en la economía de la institución.

Registrar todas las fallas que se presenten en los equipos y recopilarlas para en lo posterior se integren al plan de MPP.

Se recomienda la utilización del software para llevar un registro del cumplimiento de las tareas con sus respectivas frecuencias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] [http://www.ecured.cu/index.php/Mantenimiento\\_industrial](http://www.ecured.cu/index.php/Mantenimiento_industrial)
- [2] Gaither Norman; Frazier Grey. ADMINISTRACIÓN DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES. Cuarta Edición. Editorial Thomson Editorial Soluciones Empresariales. México 2000. Pág. 748 -750
- [3] Hodson, William K. Maynard. Manual del ingeniero industrial. Editorial Mc. Graw Hill. México 1996.
- [4] <http://www.monografias.com/trabajos6/napro/napro.shtml>
- [5] <http://www.mantenimientoplanificado.com>
- [6] <http://www.monografias.com/trabajos/seguinfo/seguinfo.shtm>
- [7] <http://www.monografias.com/trabajos7/mafu/mafu.shtml>
- [8] PROYECTO DE MANTENIMIENTO HOSPITALARIO “Manual de mantenimiento preventivo planificado MPP”. 2ª edición. Enero de 1995. El Salvador. Pág. 12-18
- [9] <http://www.monografias.com/trabajos89/diagramas-proceso-generacion-vapor/diagramas-proceso-generación-vapor.shtml#diagramadb>
- [10] <http://www.monografias.com/trabajos89/diagramas-proceso-generacion-vapor/diagramas-proceso-generación-vapor.shtml#calderaya>
- [11] [www.protego.com](http://www.protego.com)
- [12] <http://www.monografias.com/trabajos11/traven>

## **BIBLIOGRAFÍA**

**BALANZATEGUI S. VLADIMIR**, “Diseño Térmico y Mecánico de un Generador a vapor, tipo Piro-tubular, posición Horizontal” (Tesis Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, año 1999).

**DESCRIPCIÓN DE CALDERAS**. Pedro Abarca Bahamondes. Documento.

**INSTRUCTION MANUAL mRoy Controlled pump**. Documento.

**MANUALES CULLIGAN**.

**MANUALES SPIRAX SARCO**.

**MARKS**. Manual del Ingeniero Mecánico. 9naed. México: McGraw-Hill, 1995.

**MAURICIO ALMEIDA**. “Manual De Mantenimiento Preventivo Planificado MPP”. 2ª edición. Enero de 1995. El Salvador.

**MOROCHO, M**. Administración del Mantenimiento. Riobamba -Ecuador. (doc.).

**PLAN HOSPITALARIO**. Lcda. Sara Vallejo. 2007 Documento.

**SGM Pro. Manual del usuario**. 1ª edición. Documento.

**SUBDIRECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE, AUDITIVA Y VISUAL**. Calderas. Bogotá 2010.

## **LINKOGRAFÍA**

### **ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO.**

[www.mantenimiento.com](http://www.mantenimiento.com)

2012/01/10

### **MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

<http://lular.es/a/Internet/Que-es-el-Mantenimiento-Correctivo>

2012/01/10

### **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

<http://www.monografias.com/trabajos11>

2012/01/12

### **FUNCIÓN DEL MANTENIMIENTO**

<http://www.monografias.com/trabajos7>

2012/01/22

### **ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO.**

[www.mantenimiento.com](http://www.mantenimiento.com)

2012 – 02 – 04

### **TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE MAQUINARIA.**

[www.guemisa.com](http://www.guemisa.com)

2012 – 02 – 04

### **BOMBAS CENTRÍFUGAS**

<http://www.scribd.com/people/view/110721392>

2012 – 02 – 05

## **CALDERAS SUPERIOR**

<http://www.vpica.com/es/calderas-superior-boiler-works-inc#prod55>

2012 – 02 – 06

## **ABLANDAMIENTO DE AGUA**

<http://www.waterprojects-ec.com/productos-industriales/ablandamiento>

2012 – 02 – 06

## **ACCESORIOS DE CONTROL**

[www.SpiraxSarco.com/es](http://www.SpiraxSarco.com/es)

2012 – 02 – 06