



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

***PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DE ACUERDO AL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001:2008 DEL SISTEMA
ELÉCTRICO EN EL HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA***

Carlos Alberoni Fuentes Bautista

Asesorado por el Ing. Helmut Federico Chicol Cabrera

Guatemala, julio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DE ACUERDO AL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001:2008 DEL SISTEMA
ELÉCTRICO EN EL HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CARLOS ALBERONI FUENTES BAUTISTA

ASESORADO POR EL ING. HELMUNT FEDERICO CHICOL CABRERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, JULIO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Water Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Marvin Marino Hernández Fernández
EXAMINADOR	Ing. Natanael Jonathan Requena Gómez
EXAMINADOR	Ing. Jorge Luis Pérez Rivera
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DE ACUERDO AL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001:2008 DEL SISTEMA
ELÉCTRICO EN EL HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha marzo de 2009.



Carlos Alberoni Fuentes Bautista

Guatemala, 20 de mayo de 2013

Inga. Sigrid Calderón
Directora
Unidad de EPS

Estimada Inga. Calderón:

Por medio de la presente me permito informarle que he revisado completamente el trabajo de graduación titulado:

“PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ACUERDO AL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO9001:2008 DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA”, desarrollado por el estudiante universitario Carlos Alberoni Fuentes Bautista, Carné No. 99-11193.

Puedo concluir que dicho trabajo cumple con los objetivos propuestos para su aprobación respectiva.

Atentamente


Ing. Helmut Cabrera
Asesor de EPS
Colegiado No. 7350
HELMUT FELIX CABRERA
INGENIERO ELECTRONICO
COLEGIADO No. 7350

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 30 de mayo de 2013.
Ref.EPS.DOC.634.05.13.

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León.

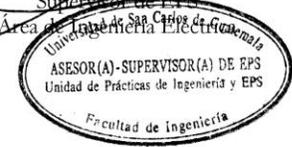
Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Carlos Alberoni Fuentes Bautista** de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, con carné No. **9911193**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ACUERDO AL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO9001:2008 DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Natali Jonathan Requena Gómez
Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Eléctrica
Universidad de San Carlos de Guatemala

ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
NJRG/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala 30 de mayo de 2013.
Ref.EPS.D.415.05.13.

Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Puente Romero.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ACUERDO AL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO9001:2008 DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Carlos Alberoni Fuentes Bautista**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Helmut Chicol y supervisado por el Ing. Natanael Jonathan Requena Gómez.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y del Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sigrid Alvarado Alvarado de Escobedo
Directora Unidad de EPS



SACdL/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Ref. EIME 34.2013
Guatemala, 14 de noviembre 2012.

Señor Director
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

**Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
“PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ACUERDO AL SISTEMA
DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO9001:2008 DEL SISTEMA
ELÉCTRICO EN EL HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA”,
del estudiante Carlos Alberoni Fuentes Bautista que cumple con los
requisitos establecidos para tal fin.**

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Francisco Javier González López
Coordinador Área Potencia



SRO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF. EIME 34. 2013.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; CARLOS ALBERONI FUENTES BAUTISTA titulado: “PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ACUERDO AL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO9001:2008 DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA”, procede a la autorización del mismo.

Ing. Guillermo Antonio Puente Romero

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'G. Puente Romero'.



GUATEMALA, 31 DE MAYO 2,013.

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.485-2013

E l Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ACUERDO AL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001-2008 DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Alberoni Fuentes Bautista**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, julio de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por concederme la vida, otorgarme muchas bendiciones y darme un espíritu de fortaleza.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por permitirme alcanzar esta meta profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN.....	1
1.1. Misión de la institución.....	2
1.2. Visión de la institución	2
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	3
2.1. Análisis de la situación actual de los equipos eléctricos en el Hospital Regional de Escuintla.....	3
2.1.1. Modo de operación de los equipos eléctricos ..	3
2.1.2. Descripción de los equipos eléctricos instalados.....	4
2.1.2.1. Servicio normal y de emergencia	4
2.1.2.2. Servicio de transferencia.....	4
2.1.2.3. Servicio de retransferencia	5
2.1.2.4. Grupo electrógeno.....	5
2.1.2.5. Banco de transformadores.....	5
2.1.2.6. Calderas.....	7

2.1.2.7.	Sistema de puesta a tierra y sistemas de protección electrostática.....	8
2.1.2.8.	Tableros eléctricos	10
2.1.3.	Diagnóstico de la situación actual de los equipos eléctricos	10
2.1.3.1.	Descripción de la instalación	12
2.1.3.2.	Banco de transformadores	13
2.1.3.2.1.	Tipo de mantenimiento actual	14
2.1.3.3.	Sistema de emergencia	15
2.1.3.3.1.	Tipo de mantenimiento actual	16
2.1.3.4.	Sistema de transferencia	16
2.1.3.4.1.	Tipo de mantenimiento actual.....	16
2.1.3.5.	Tableros eléctricos	17
2.1.3.5.1.	Tipo de mantenimiento actual	19
2.1.3.6.	Calderas	19
2.1.3.6.1.	Tipo de mantenimiento actual.....	22
2.1.3.7.	Red de tierras y sistemas de protección electrostática.....	23

2.2.	<i>Implementación de las Normas ISO 9001:2008 en el mantenimiento del Hospital Regional de Escuintla</i>	24
2.2.1.	<i>Definición de la Norma ISO 9001:2008.....</i>	24
2.2.2.	<i>Desarrollo del sistema de gestión de la calidad</i>	24
2.2.3.	<i>Desarrollo de la gestión de los recursos</i>	27
2.2.3.1.	<i>Provisión de recursos.....</i>	27
2.2.3.2.	<i>Recursos humanos</i>	27
2.2.3.3.	<i>Jefe de mantenimiento</i>	27
2.2.3.4.	<i>Personal de mantenimiento</i>	28
2.2.3.5.	<i>Infraestructura y ambiente de trabajo.....</i>	28
2.3.	<i>Realización de procedimientos de mantenimiento, aplicando requisitos de la Norma ISO 9001:2008.....</i>	28
2.3.1.	<i>Tipos de mantenimiento para la recomendación de conservación</i>	29
2.3.1.1.	<i>Mantenimiento predictivo</i>	29
2.3.1.2.	<i>Mantenimiento preventivo</i>	30
2.3.1.3.	<i>Mantenimiento correctivo</i>	32
2.3.2.	<i>Manual de mantenimiento</i>	33
2.3.2.1.	<i>Planta de emergencia.....</i>	33
2.3.2.1.1.	<i>Procedimientos de mantenimiento.....</i>	33
2.3.2.1.2.	<i>Períodos de servicio.....</i>	36
2.3.2.1.3.	<i>Programa de mantenimiento para plantas de emergencia.....</i>	39

2.3.2.2.	<i>Banco de transformadores.....</i>	39
2.3.2.2.1.	<i>Procedimientos de mantenimiento.....</i>	39
2.3.2.2.2.	<i>Períodos de servicio.....</i>	41
2.3.2.3.	<i>Interruptor de transferencia.....</i>	42
2.3.2.3.1.	<i>Procedimientos de mantenimiento.....</i>	42
2.3.2.3.2.	<i>Períodos de servicio.....</i>	43
2.3.2.3.3.	<i>Termografía.....</i>	45
2.3.2.4.	<i>Tableros industriales.....</i>	46
2.3.2.4.1.	<i>Procedimientos de mantenimiento.....</i>	47
2.3.2.4.2.	<i>Períodos de servicio.....</i>	47
2.3.2.4.3.	<i>Programas de mantenimiento para tableros industriales</i>	48
2.3.2.5.	<i>Calderas.....</i>	48
2.3.2.5.1.	<i>Procedimientos de mantenimiento.....</i>	49
2.3.2.5.2.	<i>Períodos de servicio.....</i>	50
2.3.2.5.3.	<i>Programa de mantenimiento de calderas.....</i>	56
2.3.2.6.	<i>Sistemas de pararrayos y puesta a tierra.....</i>	59

2.3.2.6.1.	<i>Procedimientos de mantenimiento.....</i>	60
2.3.2.6.2.	<i>Medición de la resistividad del suelo.....</i>	60
2.3.2.6.3.	<i>Medición de la impedancia del electrodo.....</i>	63
2.3.2.6.4.	<i>Períodos de servicio.....</i>	64
2.3.3.	<i>Procedimientos y formatos de rutina de mantenimiento.....</i>	65
2.3.3.1.	<i>Rutina de mantenimiento correctivo.....</i>	65
2.3.3.1.1.	<i>Procedimiento de orden de trabajo.....</i>	66
2.3.3.1.2.	<i>Formatos de documentación técnica para controles de mantenimiento.....</i>	69
2.3.3.1.3.	<i>Formato de solicitud de acciones preventivas / correctivas.....</i>	70
2.3.3.1.4.	<i>Formato del historial de mantenimiento.....</i>	71

2.3.3.2.	<i>Rutina mantenimiento preventivo</i>	72
2.3.3.2.1.	<i>Procedimiento de orden de trabajo.....</i>	73
2.3.3.2.2.	<i>Formatos de documentación técnica para controles de mantenimiento.....</i>	73
2.3.3.2.3.	<i>Formatos de solicitud de acción preventiva / correctiva.....</i>	73
2.3.3.2.4.	<i>Formato del historial de mantenimiento.....</i>	77
2.3.3.2.5.	<i>Formato de reporte de actividades.....</i>	78
2.3.3.2.6.	<i>Formatos de revisión diaria para los equipos eléctricos críticos del hospital.....</i>	79
3.	<i>FASE DE INVESTIGACIÓN.....</i>	81
3.1.	<i>Plan de contingencia ante sismos, terremotos e incendios del Hospital Regional de Escuintla.....</i>	81
3.1.1.	<i>Generalidades</i>	81
3.1.2.	<i>Organización del sistema de respuesta a contingencias.....</i>	82

3.1.3.	<i>Formación y organización de brigadas capacitación y simulacro.....</i>	83
3.1.4.	<i>Medidas de contingencia frente a sismos y terremotos.....</i>	85
3.1.5.	<i>Medidas de contingencia para la ocurrencia de incendios.....</i>	87
3.1.6.	<i>Planos rutas de evacuación en caso de sismos, terremotos, incendios.....</i>	89
4.	<i>FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE</i>	95
4.1.	<i>Capacitación al personal técnico de mantenimiento del Hospital Regional de Escuintla.....</i>	95
4.1.1.	<i>Capacitación sobre la implementación del nuevo proceso y de los programas de mantenimiento.....</i>	95
	<i>CONCLUSIONES.....</i>	97
	<i>RECOMENDACIONES.....</i>	99
	<i>BIBLIOGRAFÍA.....</i>	101
	<i>ANEXOS.....</i>	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	<i>Rack para transformador de corriente medición en secundario....</i>	6
2.	<i>Ubicación de las calderas del Hospital Regional de Escuintla.....</i>	9
3.	<i>Detalle de Acometida del Hospital Regional de Escuintla.....</i>	13
4.	<i>Banco de transformadores de distribución del Hospital General de Escuintla.....</i>	14
5.	<i>Motogenerador del Hospital Regional de Escuintla.....</i>	15
6.	<i>Interruptor de transferencia del Hospital Regional de Escuintla....</i>	17
7.	<i>Tablero principal de distribución (TB) del Hospital Regional de Escuintla.....</i>	18
8.	<i>Tablero T-12 NDP del Hospital Regional de Escuintla.....</i>	19
9.	<i>Caldera 1 marca Steam-Pak.....</i>	21
10.	<i>Caldera 1 marca Cleaver Brooks.....</i>	22
11.	<i>Modelo de un sistema de gestión de la calidad, basado en procesos.....</i>	25
12.	<i>Modelo del sistema de gestión de la calidad del Hospital Regional de Escuintla.....</i>	26
13.	<i>Tipos de mantenimiento.....</i>	29
14.	<i>Método Wenner.....</i>	62
15.	<i>Método Schlumberger.....</i>	63
16.	<i>Formato de orden de trabajo del Hospital Regional de Escuintla...</i>	68
17.	<i>Formato de ficha técnica de los equipos del Hospital Regional de Escuintla.....</i>	69

18.	<i>Formato de solicitud de acciones preventivas / correctivas.....</i>	70
19.	<i>Formato del historial de mantenimiento.....</i>	71
20.	<i>Formato de orden de trabajo del Hospital Regional de Escuintla..</i>	74
21.	<i>Formato de ficha técnica de los equipos del Hospital Regional de Escuintla.....</i>	75
22.	<i>Formatos de solicitud de acción preventiva / correctiva.....</i>	76
23.	<i>Formato del historial de mantenimiento.....</i>	77
24.	<i>Formato de reporte de actividades.....</i>	78
25.	<i>Formato de revisión diaria del generador.....</i>	79
26.	<i>Formato de revisión diaria de la caldera.....</i>	80
27.	<i>Esquema organizacional de contingencias.....</i>	83
28.	<i>Rutas de evacuación primer nivel.....</i>	89
29.	<i>Rutas de evacuación segundo nivel.....</i>	90
30.	<i>Rutas de evacuación tercer nivel.....</i>	91
31.	<i>Rutas de evacuación cuarto nivel.....</i>	92
32.	<i>Planos zonas de seguridad en caso de evacuación.....</i>	93

TABLAS

I.	<i>Descripción de calderas Hospital Regional de Escuintla.....</i>	8
II.	<i>Tablero principal de distribución TB.....</i>	11
III.	<i>Tablero principal de distribución T-12 NDP.....</i>	11
IV.	<i>Tablero principal de distribución T-16 NDP.....</i>	12
V.	<i>Averías detectadas en los componentes caldera 1.....</i>	20
VI.	<i>Averías detectadas en los componentes caldera 2.....</i>	21
VII.	<i>Temperaturas de chimenea mínimas recomendadas de escape para motores Cummins.....</i>	38
VIII.	<i>Programa de mantenimiento por horas de operación de dispositivos auxiliares de una unidad generadora.....</i>	40

IX.	<i>Programa de mantenimiento para interruptor de transferencia.....</i>	<i>46</i>
X.	<i>Programa de mantenimiento para tableros eléctricos.....</i>	<i>49</i>
XI.	<i>Programa de mantenimiento para caldera del Hospital Regional de Escuintla.....</i>	<i>57</i>
XII.	<i>Programa de mantenimiento para sistemas de pararrayos y puesta a tierra.....</i>	<i>66</i>
XIII.	<i>Pasos para la ejecución de una rutina de mantenimiento correctivo.....</i>	<i>67</i>
XIV.	<i>Pasos para la ejecución de una rutina de mantenimiento preventivo.....</i>	<i>72</i>
XV.	<i>Funciones principales de las brigadas especializadas del Hospital Regional de Escuintla.....</i>	<i>84</i>

GLOSARIO

<i>Acometida</i>	<i>Conductores y equipo para dar energía desde un sistema de suministro eléctrico hasta la carga servida.</i>
<i>Carga</i>	<i>Es la potencia (o corriente) que consume un circuito eléctrico.</i>
<i>Contador</i>	<i>Es un dispositivo que se usa para medir la energía y/o potencia eléctrica, utilizada por el usuario o consumidor, durante períodos de tiempo definidos.</i>
<i>Demanda</i>	<i>Suma total de la carga y las pérdidas de potencia correspondientes en un instante determinado, de un cliente o usuario, sector de usuarios o un sistema en su totalidad.</i>
<i>Generador</i>	<i>Máquina utilizada para convertir energía mecánica, en energía eléctrica por medio de la inducción electromagnética.</i>

Interruptor

Aparato o sistema de poder de corte, destinado a efectuar la apertura y/o cierre de un circuito eléctrico. Puede ser unipolar, bipolar, tripolar o tetrapolar.

Tablero

Un panel o paneles individuales en donde se incluyen barras, dispositivos de protección contra sobre corrientes e interruptores, para controlar circuitos eléctricos u otras cargas.

Tensión

Denominada también voltaje, es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito y se mide en Volt (V).

Transformador

Es una máquina eléctrica que eleva o baja el voltaje de corriente alterna de la fuente original.

RESUMEN

La continuidad del servicio eléctrico en un hospital, es un factor de primera necesidad, ya que es necesario que se cuente con la seguridad mínima para evitar que tanto los pacientes como los trabajadores, no sufran de la falta de atención médica, debido a la carencia de este servicio.

Por tal motivo, el presente trabajo de graduación desarrolla la programación e implementación del plan de mantenimiento, a través de las Normas ISO9001:2008, que contiene los procedimientos y el estudio de prácticas de mantenimiento preventivo y correctivo, a ser ejecutado por operadores.

Se desarrollarán prácticas de mantenimiento preventivo, aplicado a plantas eléctricas, transformadores, sistema de transferencia, caldera y tableros eléctricos y las ventajas al aplicar y acatar las normas y reglamentos tanto del fabricante como las de la institución.

El tipo de mantenimiento actual en los equipos eléctricos, tales como: banco de transformadores, generador, sistema de transferencia, calderas y tableros industriales, así como las medidas de seguridad que debe tomar el personal encargado a la hora de operar los distintos equipos a su cargo, para evitar acciones correctivas que presenten un costo económico considerable a la institución también será analizado.

OBJETIVOS

General

Desarrollar los procedimientos para el mantenimiento del Hospital Regional de Escuintla, de acuerdo con el sistema de gestión de calidad ISO 9001:2008.

Específicos

- 1. Desarrollar una metodología, para que el personal pueda ejecutar un mantenimiento en tiempos y normas establecidas.*
- 2. Desarrollar los procedimientos para que el hospital cuente con datos históricos de mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos realizados.*
- 3. Crear el proceso de mantenimiento para optimizar las acciones preventivas y correctivas en los equipos eléctricos instalados en el Hospital Regional de Escuintla.*
- 4. Desarrollar los planes de mantenimientos preventivos y correctivos.*

INTRODUCCIÓN

Actualmente en el departamento de Escuintla, se cuenta con un solo hospital regional que atiende a todo los municipios de este departamento. En 2010 se atendió sesenta y nueve mil setecientas cincuenta consultas (69,750), noventa y tres mil novecientos veintidós emergencias (93,922), seis mil novecientos ochenta y dos intervenciones quirúrgicas (6,982) y setenta y siete mil ochocientos ocho radiografías (77,808).

Viendo la importancia de este hospital, en sus cifras de atención a la población, se hace perentorio contar con el buen funcionamiento del equipo eléctrico, por lo que para lograr este objetivo, es necesaria la programación de un mantenimiento preventivo. El cual ayuda a reducir los tiempos en mantenimientos correctivos y la falta del fluido eléctrico.

Otro beneficio del mantenimiento preventivo, es que se evita o mitigan las consecuencias de las fallas del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que éstas ocurran. Las acciones del mantenimiento preventivo incluyen cambios de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. Algunos de los métodos más habituales para determinar qué procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo, son las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN

El Hospital Nacional Regional de Escuintla se construyó a fines de los años 70's y fue inaugurado en 1981, está categorizado como un hospital regional, con una cobertura territorial, que abarca a más de un departamento y a diferentes establecimientos de salud de diferente nivel de complejidad. La función principal es la promoción, prevención, diagnóstico, atención a la enfermedad y rehabilitación de la salud, dentro de un nivel medio a alto de complejidad. Está ubicado en la cabecera departamental y brinda atención en salud a través de servicios de consulta externa, emergencia las 24 horas, ginecología, obstetricia, cirugía, medicina interna, pediatría, traumatología, dermatología, urología, neurología, oftalmología, odontología, psicología, cuenta con servicios de apoyo diagnóstico, como laboratorio clínico, radiología, ultrasonografía, electrocardiografía, banco de sangre, orientada a la población de la cabecera departamental y poblaciones circunvecinas.

Su área de influencia es principalmente el departamento Escuintla, con un total de población a cubrir cercana a los 700,000 habitantes, lo cual es consistente con los datos de población del Instituto Nacional de Estadística (INE), proyectados al 2010, que identifican solo para el departamento de Escuintla una población de 685,830 habitantes.

1.1. Misión de la institución

“Proteger a nuestra población asegurada contra la pérdida o deterioro de la salud y del sustento económico, debido a las contingencias establecidas en la ley.”

1.2. Visión de la institución

“Ser la institución de seguro social caracterizada por cubrir a la población, que por mandato legal le corresponde, así como por su solidez financiera, la excelente calidad de sus prestaciones, la eficiencia y transparencia de gestión.”

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Análisis de la situación actual de los equipos eléctricos en el Hospital Regional de Escuintla

Actualmente el Hospital Regional de Escuintla obtiene su alimentación de energía eléctrica primaria de la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A, (EEGSA). Los cables de media tensión, ingresan al hospital a través de un poste, ubicado en una de las áreas verdes del hospital, perímetro de ingreso hacia el mismo, luego de forma subterránea, hasta llegar a la subestación y presenta un voltaje primario de 13,800 V, la acometida principal del sistema eléctrico del hospital regional, consta de 3 transformadores de 75 kVA cada uno, para hacer un total de 225 kVA conectados en configuración estrella-estrella aterrizada, con una tensión secundaria de 208/120 V, la cual tiene como función principal, prestar servicio de energía eléctrica confiable de modo continuo, en servicio normal.

2.1.1. Modo de operación de los equipos eléctricos

La subestación se encuentra ubicada en un cuarto independiente, en la parte trasera de las calderas, donde se encuentra instalada la planta de emergencia y el tablero principal de distribución.

El servicio de emergencia, es activado cuando se da un corte de energía eléctrica, el cual es cubierto por la unidad generadora que se utiliza para el servicio de apoyo. El tiempo de respuesta de estas unidades generadoras, es

de cinco segundos después de un corte de energía eléctrica, hasta un máximo de 13 segundos para alcanzar estabilidad en el sistema y operar en condiciones normales. La planta cubre el 60% de la carga total instalada.

2.1.2. Descripción de los equipos eléctricos instalados

Los equipos eléctricos instalados se definen a continuación.

2.1.2.1. Servicio normal y de emergencia

Actualmente en condiciones normales, el sistema eléctrico del Hospital Regional de Escuintla, trabaja con la fuente de energía proveniente de la subestación de la EEGSA. En situaciones de falla de este servicio, entra a funcionar el servicio de la planta de emergencia del hospital regional.

2.1.2.2. Servicio de transferencia

El Hospital Regional de Escuintla, dispone de una transferencia automática marca Cummins con capacidad de 800 A, que trabaja en conjunto con el moto-generador, puede ser operado en modo manual o automático, el modo manual es ejecutado por los operadores de plantas eléctricas, al momento de una falla del modo automático o en operaciones de mantenimiento preventivo o correctivo.

2.1.2.3. Servicio de retransferencia

Cuando se restablece el suministro normal, es decir, que los voltajes vuelven a valores permisibles de operación, entonces la carga es alimentada nuevamente al servicio prestado por la compañía suministradora.

2.1.2.4. Grupo electrógeno

El hospital posee un moto-generador marca Cummins con capacidad de 175 kVA, que es el encargado de suministrar energía eléctrica al hospital, en un 60% de su carga total, cuando el fluido eléctrico de la distribuidora (EEGSA) se ve interrumpido.

2.1.2.5. Banco de transformadores

El Hospital Regional de Escuintla tiene con un banco trifásico formado con tres transformadores monofásicos de igual relación de transformación con capacidad de 75 kVA cada uno para hacer un total de 225 kVA, marca Westinghouse, con una tensión primaria de 13,800 V, y una tensión secundaria de 208/120 V, a una frecuencia de 60 Hz. Tiene una configuración estrella-estrella aterrizada y está ubicado en el área del generador, al lado norte del hospital.

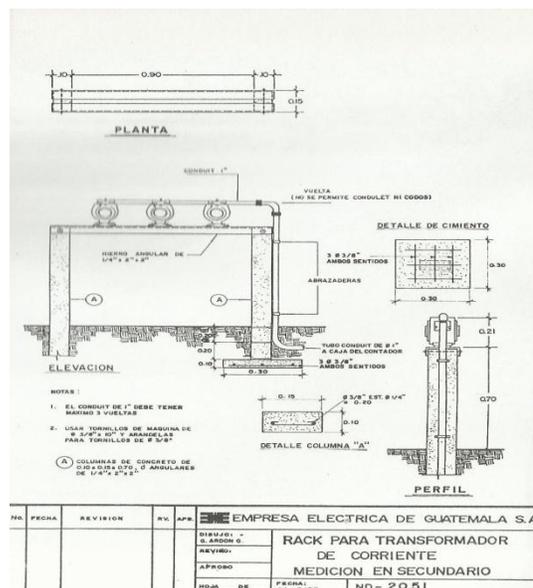
- *Forma de medición: la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A., instala el equipo de medición dependiendo de los siguientes factores: tipo de servicio, capacidad del banco, potencia demandada y las normas de instalación vigentes, las instalaciones del hospital tienen un consumo de demanda que se encuentra entre el rango de 70 kW a 192 kW (75 kVA a*

225 kVA) con un voltaje en el lado secundario 208/120 V, conexión estrella 4 alambres, por tal razón la EEGSA determinó que de acuerdo a la sección VI de las normas para acometidas del servicio eléctrico, que para el equipo de medición secundaria se debe instalar lo siguiente:

- Tres transformadores de corriente
- Una caja de contador polifásico
- Un contador polifásico demandómetro que proporciona la EEGSA y seguirán siendo de su propiedad.

Se utilizará una montura para la medición secundaria, ejemplo:

Figura 1. Rack para transformador de corriente medición en secundario



Fuente: Normas para acometidas de servicio eléctrico EEGSA.

Actualmente cuando la demanda es mayor a 75 kVA y menor de 225 kVA, se deberán cumplir con los requisitos constructivos, según resolución de la CNEE 061-2004.

- *Ubicación de la medición: en relación a esto, las Normas de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, dictan que el distribuidor tendrá siempre acceso al equipo de medición para efectuar la facturación y llevar a cabo las revisiones que sean necesarias. Para garantizar que se tendrá siempre acceso, es indispensable que los medidores estén localizados en la vía pública o en su defecto que se ubiquen en un lugar que tenga acceso desde la vía pública para que el personal de la EEGSA, pueda ingresar sin permiso previo y en el momento que así lo decida.*

La ubicación de la medición por el tipo de servicio y la carga instalada, se ubica en el lado de baja tensión, en un lugar apropiado y de fácil acceso, lo cual cumple con lo que la empresa exige. Al referirse a facilidad de acceso, se habla de que los centros de carga, cualquier panel de control eléctrico o equipo de medición, propio o de la empresa distribuidora, no deben estar ocultos y cumplir así con las normas relacionadas con la accesibilidad.

2.1.2.6. Calderas

El sistema de vapor de este centro hospitalario, consiste en dos calderas a base de combustible bunker, que se describe a continuación.

Tabla I. Descripción de calderas Hospital Regional de Escuintla

CALDERA 1	CALDERA 2
<ul style="list-style-type: none"> ☐☐ <i>Marca: Steam-Pak</i> ☐☐ <i>Modelo: SPHC – 125 – 6 95871</i> ☐☐ <i>Serie: 74 – 8399 H-61131</i> ☐☐ <i>Frecuencia: 60 Hz</i> ☐☐ <i>Voltaje: 230 V</i> ☐☐ <i>Motor: 3 HP trifásico</i> ☐☐ <i>Corriente máxima: 18.4 A</i> ☐☐ <i>Capacidad: -----</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ☐☐ <i>Marca: Cleaver Brooks</i> ☐☐ <i>Modelo: CB-600-125</i> ☐☐ <i>Serie: 1-69387</i> ☐☐ <i>Frecuencia: 60 Hz</i> ☐☐ <i>Voltaje: 230 V</i> ☐☐ <i>Motor: 5 HP trifásico</i> ☐☐ <i>Corriente máxima: 34.0 A</i> ☐☐ <i>Capacidad: 5230000 BTU</i>

Fuente: elaboración propia.

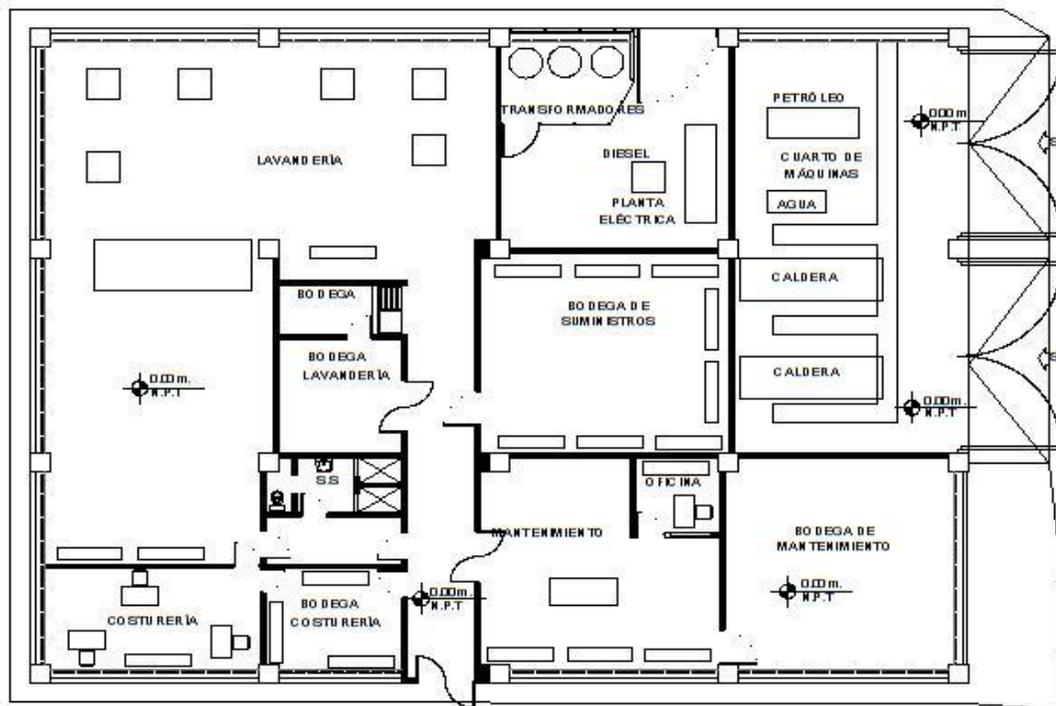
Estas calderas se encuentran instaladas en un cuarto independiente, ubicado en la parte trasera de la bodega de suministros del hospital. En este bloque se encuentran también el servicio de lavandería, cuarto eléctrico, costurería y mantenimiento. Se puede observar mejor en la figura 2.

2.1.2.7. Sistema de puesta a tierra y sistemas de protección electrostática

Red de tierras y pararrayos: dentro del hospital no existe un sistema de tierras, únicamente se tiene una varilla de cobre aterrizada, ubicada en el tablero principal, por lo cual se determina que los circuitos de distribución y el equipo eléctrico y/o electrónico, se mantiene desprotegido contra descargas de

origen atmosférico; es necesario instalar un sistema de tierras moderno, aterrizando todos los tableros de distribución.

Figura 2. Ubicación de las calderas del Hospital Regional de Escuintla



Fuente: Manual técnico Hospital Regional de Escuintla.

El sistema de protección electrostática (pararrayos) del hospital cuenta con puntas Franklin, ubicadas en la cúspide del edificio el cual se encuentra en regulares condiciones, los problemas observados radican en la antigüedad del cable que conecta las puntas, a lo largo de toda la red y no se cuenta con la cantidad suficiente de puntas Franklin.

Es necesario renovar y modernizar el sistema de pararrayos del hospital, cambio de puntas Franklin y tramos de cable en malas condiciones, implementar un programa de mantenimiento preventivo, que debe incluir la limpieza de las puntas y el cableado, ajuste de pernos y soportería.

2.1.2.8. Tableros eléctricos

La situación actual de los tableros en el Hospital Regional de Escuintla, se encuentra en condiciones normales de operación, trabajando en servicio de emergencia y normal, al servicio de emergencia entran un 60% de la carga total a la hora de un corte de energía eléctrica.

El tablero principal de distribución (TB) ubicado en la parte trasera del área de calderas, tipo panelboard, NEMA 1, para 208/120 V, trifásico, barras de cobre de 1000 A, en el lugar se encuentran también la transferencia automática y la planta de emergencia, lo cual se describe en las tablas II, III y IV.

2.1.3. Diagnóstico de la situación actual de los equipos eléctricos

Los equipos con los que cuenta la institución, se consideran vitales para el funcionamiento del hospital y pueden llegar a ser críticos para casos de emergencia, son los generadores de energía eléctrica, banco de transformadores, calderas, sistemas de transferencia, tableros industriales, sistemas de protección como red de tierras y pararrayos.

Tabla II. Tablero principal de distribución TB

TABLERO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
TD-12a	Iluminación y fuerza	Epidemiología
TD-1	Sin carga	Oficina mantenimiento
TD-2	Alimentadores	Calderas
TD-3	Alimentadores	Lavandería
TD-4	Alimentadores	Transformadores
TD-5	Iluminación y fuerza	Lavandería
TD-6	Iluminación y fuerza	Cocina
TD-7	Iluminación y fuerza	Administración
TD-8	Iluminación y fuerza	Planta eléctrica
TD-9	Iluminación y fuerza	Bacteriología
TD-10	Iluminación y fuerza	Rayos X
TD-13	Iluminación y fuerza	Sala de espera quirófanos
TD-14	Iluminación y fuerza	Morgue
TD-15	Iluminación y fuerza	Emergencia
T-12 NDP	Tablero de distribución	Cuarto de elevadores
T- 16 NDP	Tablero de distribución	Ducto de servicio

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Tablero principal de distribución T-12 NDP

TABLERO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
TD-11	Alimentadores	Cuarto de elevadores
TD-12-2a	Iluminación y fuerza	Maternidad
TD-12-3a	Iluminación y fuerza	Estación de enfermeras
TD-12-4a	Iluminación y fuerza	Encamamiento hombres
Flipón 3 x 150 A	Alimentador elevador	1 Tablero T-12 NDP

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Tablero principal de distribución T-16 NDP

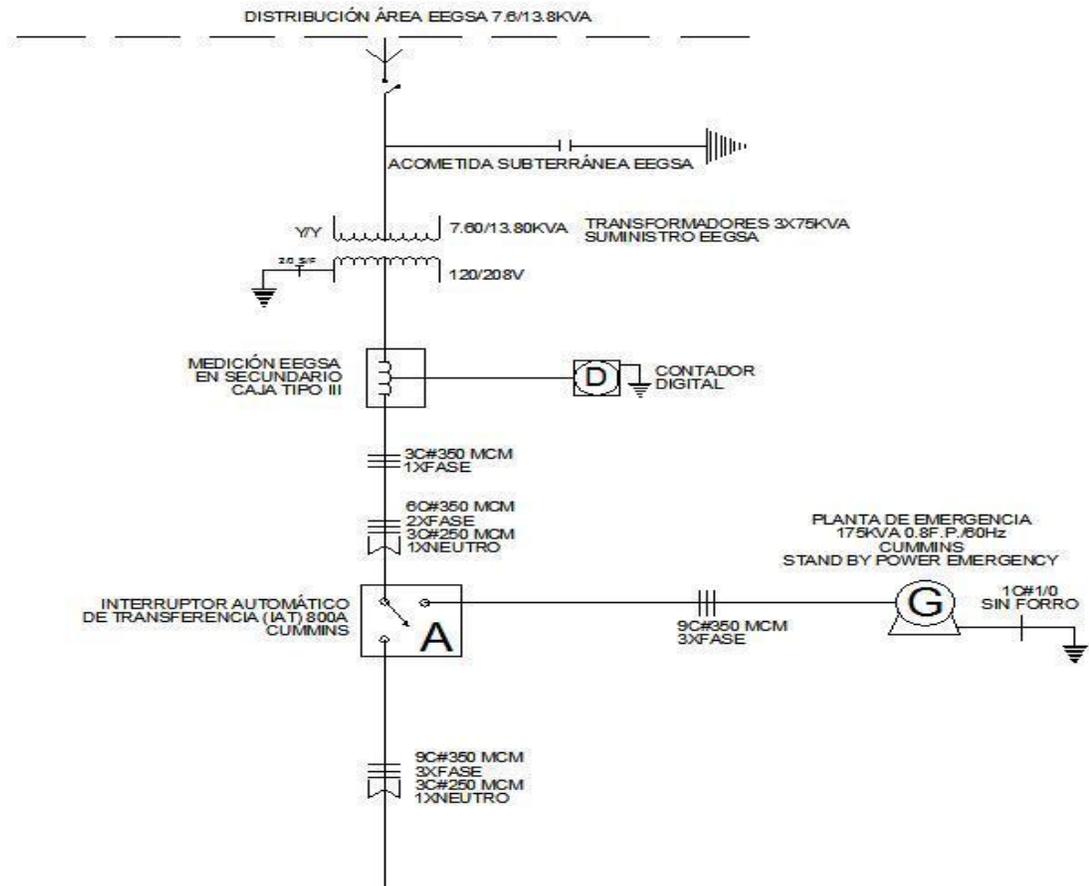
TABLERO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
<i>TD-16-2B</i>	<i>Alimentadores</i>	<i>Ducto de servicio</i>
<i>TD-16-3B</i>	<i>Iluminación y fuerza</i>	<i>Cuarto de médicos</i>
<i>TD-16-4B</i>	<i>Iluminación y fuerza</i>	<i>Enfermería de oftalmología</i>
<i>TD-16-2B</i>	<i>Alimentador elevador 2</i>	<i>Tablero TD-16 NDP</i>

Fuente: elaboración propia.

2.1.3.1. Descripción de la instalación

La acometida del Hospital Regional de Escuintla, es subterránea hasta llegar a la subestación, en la que se encuentra instalada la medición en secundario, caja tipo III. Se conecta al tablero principal identificado como TB, por medio de 3 conductores por línea con un calibre # 350 MCM-THW y 3 cables # 250 MCM 1 x neutro; la acometida cuenta con un contador digital marca Elster, clase 200, tal y como se muestra en la figura 3. Según la medición de corriente máxima realizada, el consumo del hospital máximo es de 859 A, es de hacer notar que actualmente la acometida del hospital, está alimentada por 3 conductores por línea con un calibre # 350 MCM-THW, los que tienen una capacidad en amperios según el NEC de 310 A, total de la capacidad es de 930 A. Por lo cual, se recomienda un estudio para la ampliación de las líneas, ya que éstas se encuentran al límite de su capacidad.

Figura 3. **Detalle de acometida del Hospital Regional de Escuintla**



Fuente: Manual técnico Hospital Regional de Escuintla.

2.1.3.2. Banco de transformadores

Los transformadores que forman el banco trifásico del centro hospitalario, necesitan de mantenimiento preventivo a los bushing, la conexión de los cables, los apartarrayos y sus accesorios de protección, ésto debido a que las condiciones de la bóveda donde se encuentran instalados, mantienen polvo y humedad que causa el deterioro del transformador.

Por lo anterior, se puede ver que no se ha realizado mantenimiento preventivo a los transformadores, como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Banco de transformadores de distribución del Hospital General de Escuintla



Fuente: Hospital General de Escuintla.

2.1.3.2.1. Tipo de mantenimiento actual

El mantenimiento preventivo o correctivo de cada uno de los transformadores del banco trifásico, lo realiza la empresa suministradora del servicio (EEGSA), pero aún no se ha planificado o solicitado este tipo de

servicio; sin embargo, el departamento de mantenimiento, solo realiza una inspección visual de los mismos.

2.1.3.3. Sistema de emergencia

La planta de emergencia del hospital que consiste en un motogenerador marca Cummins con capacidad de 175 kVA, se encuentra en malas condiciones de funcionamiento; existen fugas de aceite en motor, filtro de aceite en mal estado, disipador de calor y filtro de aire se encuentran totalmente saturados de suciedad y polvo, lo que afecta directamente el funcionamiento de la planta, lo que se observa a continuación.

Figura 5. Motogenerador del Hospital Regional de Escuintla



Fuente: Hospital General de Escuintla.

2.1.3.3.1. Tipo de mantenimiento actual

No existe un control documentado de registros de las horas de operación del generador, de las fallas presentadas y de las reparaciones de las mismas, de igual forma con los componentes que forman parte del generador. Solo existe un monitoreo del funcionamiento del generador y sus componentes en forma visual no programada, sin dejar documentación alguna.

2.1.3.4. Sistema de transferencia

La transferencia automática con la que cuenta el hospital es marca Cummins, con capacidad de 800 A, que trabaja en conjunto con el motogenerador, tiene la función de trabajar de forma manual y automática, se encuentra en regulares condiciones de funcionamiento, ya que el servicio automático no trabaja en óptimas condiciones, son visibles signos de suciedad en el gabinete de transferencia y no cuenta con la seguridad industrial indispensable, ya que no cuenta con la tapadera del gabinete, poniendo en riesgo a la seguridad de las personas, como se muestra en la figura 6.

2.1.3.4.1 Tipo de mantenimiento actual

El sistema de transferencia, no cuenta con mantenimientos preventivos ni correctivos, por lo que no se lleva ningún registro del funcionamiento, fallas presentadas y recurrentes.

Figura 6. Interruptor de transferencia del Hospital Regional de Escuintla

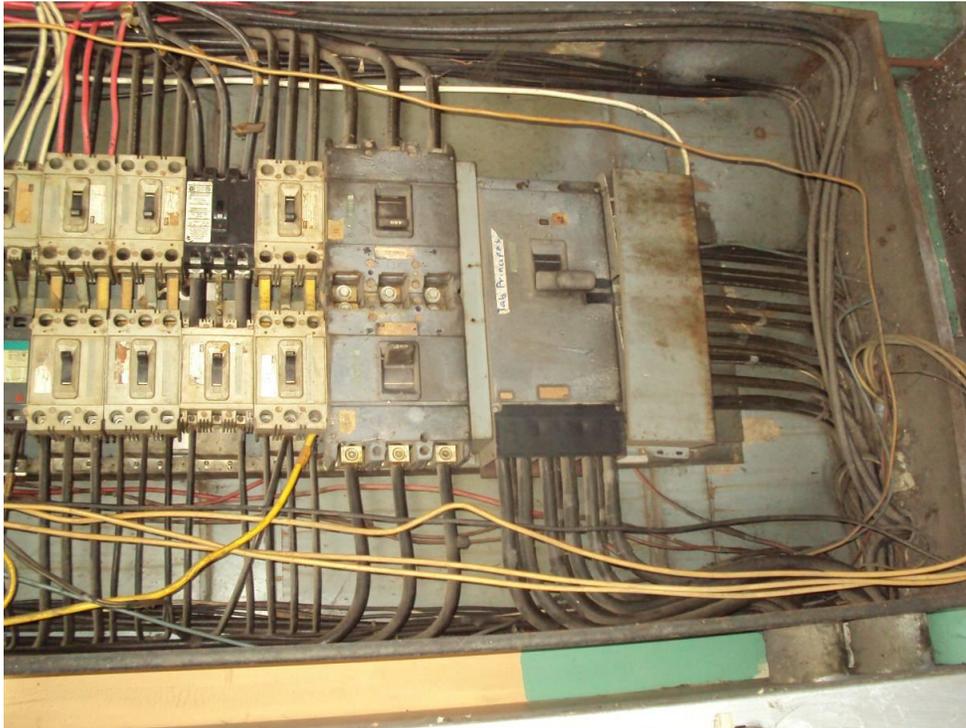


Fuente: Hospital General de Escuintla.

2.1.3.5. Tableros eléctricos

Es visible la falta de mantenimiento para los componentes de dicha instalación, que además de ser antigua, se encuentran en malas condiciones; en el tablero principal de distribución (TB) existen signos de suciedad y acumulación de sarro en los bornes de los mismos, breakers en mal estado, algunos tableros no cuentan con la tapadera del gabinete, lo que pone en riesgo la seguridad de las personas, pudiendo causar daños materiales como se muestra en la figura 7.

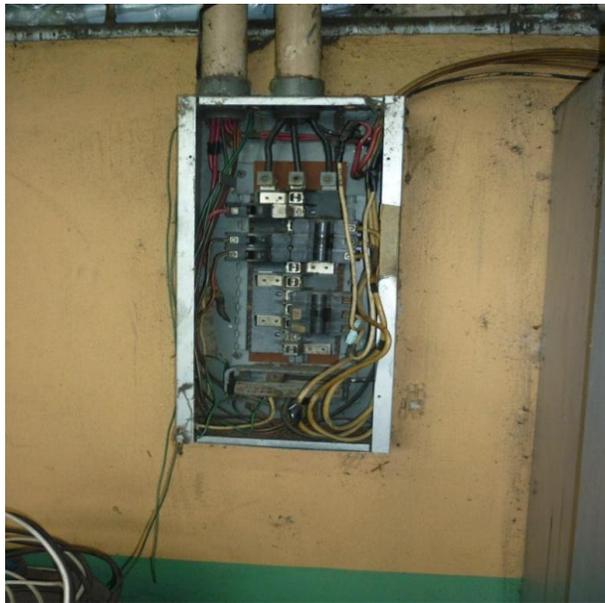
Figura 7. Tablero principal de distribución (TB) del Hospital Regional de Escuintla



Fuente: Hospital General de Escuintla.

Los tableros de distribución primarios y secundarios, presentan daños críticos y se encuentran al límite de su capacidad, por lo que se pueden observar que no se encuentran los circuitos balanceados, ya que al conectar una nueva carga, la hacen de forma aleatoria, como se muestra en la figura 8.

Figura 8. Tablero T-12 NDP del Hospital Regional de Escuintla



Fuente: Hospital General de Escuintla.

2.1.3.5.1. Tipo de mantenimiento actual

Los tableros eléctricos del centro hospitalario, no cuentan con mantenimiento preventivo ni correctivo, no se llevan registros que ayudarían a prevenir fallas en equipos eléctricos y/o electrónicos y solo se actúa cuando existe alguna falla.

2.1.3.6. Calderas

Únicamente una de las calderas se encuentra en servicio y las condiciones de la misma son regulares, por lo que la cantidad de vapor que circula en el sistema, no es la adecuada y es insuficiente para abastecer todos

los servicios; al mismo tiempo hace que la caldera trabaje más de la cuenta y el desgaste en la misma sea acelerado.

La caldera 1, marca Steam-pak, se encuentra fuera de servicio, debido a fallas en el quemador y en el sistema eléctrico de control de la misma. Dentro de las principales averías detectadas en el sistema de vapor se encuentran detalladas en la tabla V y VI.

Tabla V. Averías detectadas en los componentes caldera 1

COMPONENTE	ESTADO ACTUAL
Caldera 1 Marca: Steam-Pak	En malas condiciones, fuera de servicio
McDonnell (guarda nivel)	Regulares condiciones
Quemadores	Presentan incrustaciones de hollín
Válvulas (compuerta, globo, bola)	Malas condiciones
Válvulas de retención (cheque)	Mal funcionamiento
Filtros de vapor	Malas condiciones
Trampas de vapor	Malas condiciones
Líneas de distribución (tubería)	Malas condiciones
Material aislante	Regulares condiciones
Soportería	Malas condiciones
Señalización	Inexistente

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Caldera 1, marca Steam-Pak



Fuente: Hospital General de Escuintla.

Tabla VI. Averías detectadas en los componentes caldera 2

COMPONENTE	ESTADO ACTUAL
<i>Calderas 2 marca Cleaver Brooks</i>	<i>En regulares condiciones</i>
<i>McDonnell (guarda nivel)</i>	<i>Regulares condiciones</i>
<i>Quemadores</i>	<i>Presentan incrustaciones de hollín</i>
<i>Válvulas (compuerta, globo, bola)</i>	<i>Fugas en alimentación a los equipos</i>
<i>Válvulas de retención (cheque)</i>	<i>Mal funcionamiento</i>
<i>Filtros de vapor</i>	<i>Malas condiciones</i>
<i>Trampas de vapor</i>	<i>Malas condiciones</i>
<i>Líneas de distribución (tubería)</i>	<i>Malas condiciones</i>
<i>Material aislante</i>	<i>Regulares condiciones</i>
<i>Sopotería</i>	<i>Malas condiciones</i>
<i>Señalización</i>	<i>Inexistente</i>

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Caldera 1, marca Cleaver Brooks



Fuente: Hospital General de Escuintla.

2.1.3.6.1. Tipo de mantenimiento actual

Existe mantenimiento para las calderas por parte del personal del hospital; sin embargo, las calderas se encuentran en malas condiciones, debido a que dicho mantenimiento, no es el adecuado y no se cuenta con herramienta adecuada para realizar mediciones que puedan detectar fallas, con el fin de corregirlas a tiempo; ésto provoca que las calderas se averíen y se tengan que efectuar reparaciones mayores, que resultan en elevados costos, en cuanto a repuestos y mano de obra.

Además, el Departamento de Mantenimiento no lleva un control documentado de las actividades de mantenimiento realizadas a las calderas.

2.1.3.7. Red de tierras y sistemas de protección electrostática

- *Sistema de tierras: el hospital no cuenta con un sistema de tierras moderno, únicamente el tablero principal está aterrizado, por lo tanto los circuitos de distribución y el equipo eléctrico y/o electrónico se mantiene desprotegido; es necesario instalar un sistema de tierras moderno, realizar la medición de la resistividad del suelo a través del método Wenner o Schlumberger y la medición de la impedancia del electrodo, los cuales se describen en la sección 2.3.2.6.*
- *Sistemas de protección electrostática (pararrayos): el sistema de pararrayos del hospital, se encuentra en regulares condiciones, los problemas observados radican en la antigüedad del cable que conecta las puntas a lo largo de toda la red, las puntas Franklin y el sistema en general, no cuenta con mantenimiento preventivo.*

No se cuenta con la cantidad suficiente de puntas en la cúspide del edificio y existen tramos de cable en malas condiciones, por lo que la conductividad de la red no es óptima. Es necesario renovar y modernizar el sistema de pararrayos del hospital, cambio de puntas Franklin y tramos de cable en malas condiciones, implementar un programa de mantenimiento preventivo que debe incluir la limpieza de las puntas y el cableado, ajuste de pernos y soportería.

2.2. Implementación de las Normas ISO 9001:2008 en el mantenimiento del Hospital Regional de Escuintla

Es un conjunto de normas sobre la calidad y las gestiones. La Norma ISO 9001 ha sido elaborada por el Comité Técnico ISO/TC176 de ISO (Organización Internacional para la Estandarización) y especifica los requisitos para un buen sistema de gestión de la calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, para certificación o con fines contractuales.

2.2.1. Definición de la Norma ISO 9001:2008

La Norma ISO 9001 tiene origen en la norma BS 5750, publicada en 1979 por la entidad de normalización británica, la [British Standards Institution] (BSI). La versión actual de ISO 9001 (la cuarta), data de noviembre de 2008 y por ello se expresa como ISO 9001:2008.

2.2.2. Desarrollo del sistema de gestión de la calidad

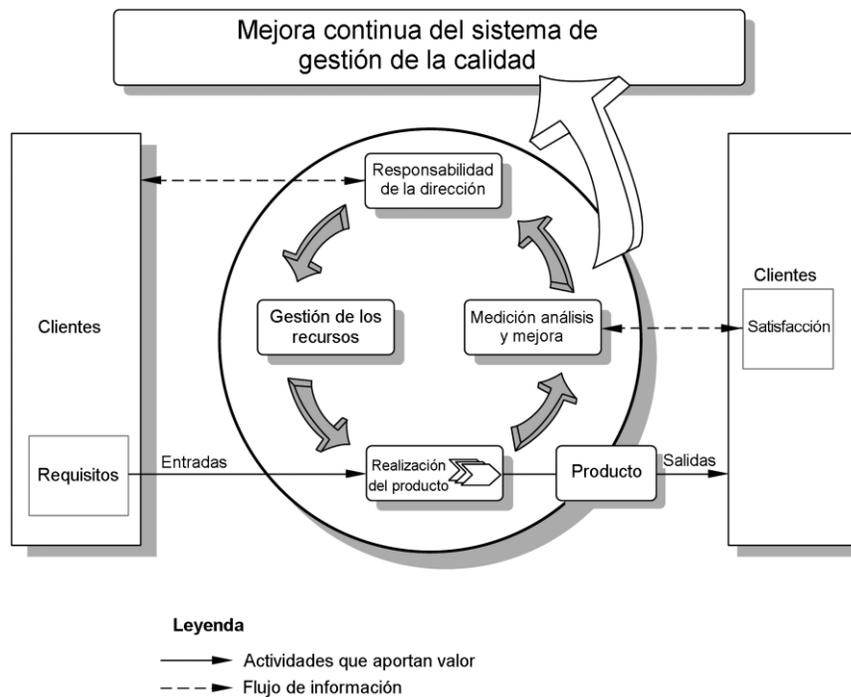
El modelo del sistema de gestión de la calidad, cubre todos los requisitos de la norma internacional, pero no refleja los procesos de una forma detallada. En el sistema de gestión de la calidad se aplica la metodología Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), para todos los procesos. PHVA puede describirse brevemente como:

- *Planificar (P): establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados, de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.*

- *Hacer (H): Implementar los procesos*
- *Verificar (V): Realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto e informar sobre los resultados.*
- *Actuar (A): Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.*

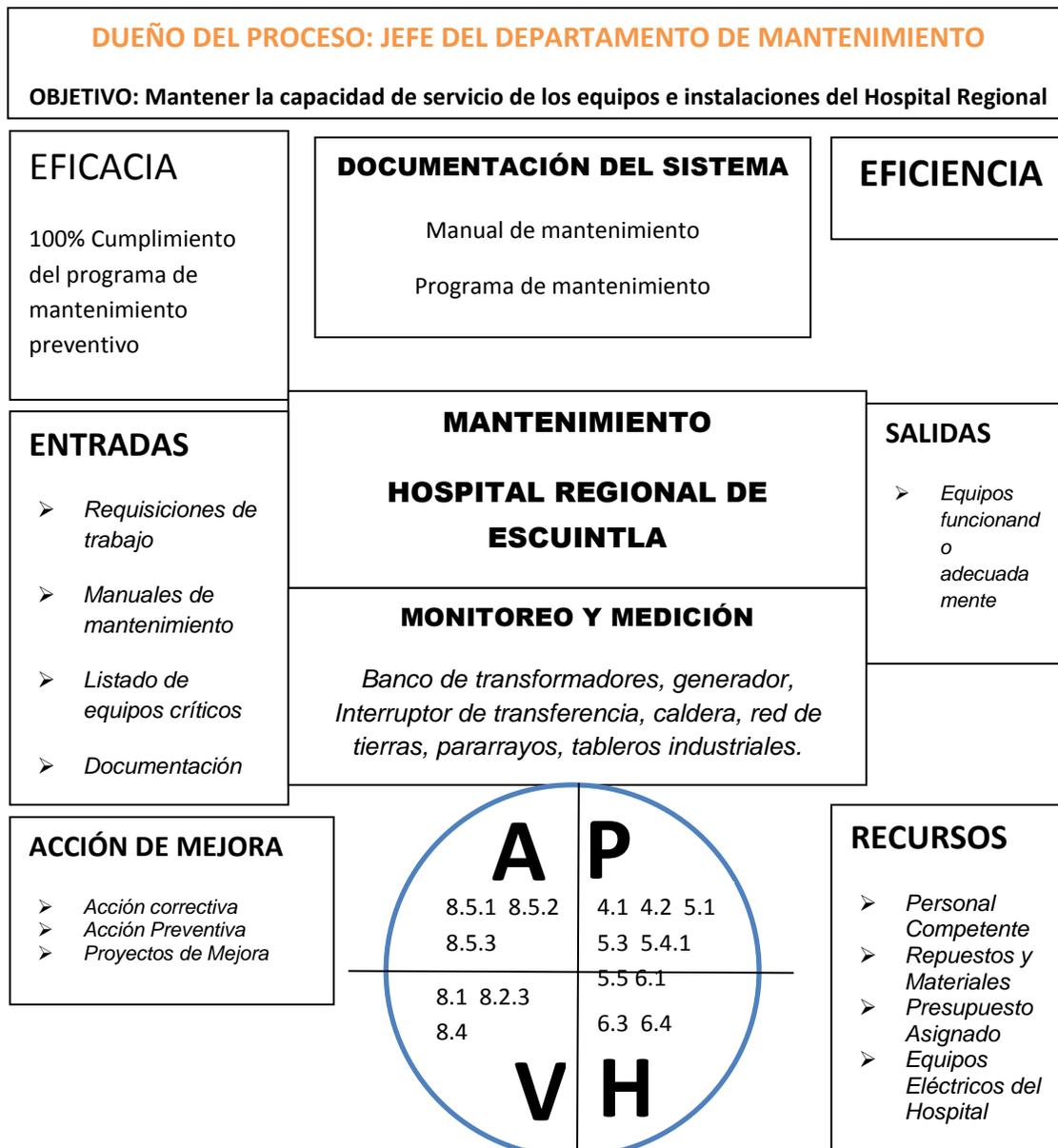
Tal y como se muestra en la figura 11 y 12.

Figura 11. **Modelo de un sistema de gestión de la calidad, basado en procesos**



Fuente: Normas ISO 9001:2008.

Figura 12. **Modelo del sistema de gestión de la calidad del Hospital Regional de Escuintla**



Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Desarrollo de la gestión de los recursos

Para una adecuada gestión es necesario considerar los factores siguientes:

2.2.3.1. Provisión de recursos

El Hospital Regional de Escuintla, proporcionará los recursos necesarios para implementar y mantener el sistema de gestión de la calidad, mejorando continuamente su eficacia para poder cumplir con los requisitos del sistema, dentro de los recursos que proporcionará el hospital están:

2.2.3.2. Recursos humanos

El personal del Departamento de Mantenimiento debe ser competente con base en la educación, formación, habilidades técnicas sobre instalaciones eléctricas de media y baja tensión, calderas, equipos electrógenos, sistemas de tierras y pararrayos.

2.2.3.3. Jefe de mantenimiento

Es el encargado de planificar y coordinar el mantenimiento de los equipos y las instalaciones del centro hospitalario y que se realicen de acuerdo a lo planificado dentro del manual de mantenimiento. Igual forma coordinar con su equipo de trabajo estas actividades.

2.2.3.4. Personal de mantenimiento

Es el grupo de personas encargadas directamente de ejecutar cualquier tarea dentro del área de mantenimiento, coordinados por el jefe de mantenimiento, velando como principal fin, por el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos, la maquinaria e instalaciones.

2.2.3.5. Infraestructura y ambiente de trabajo

El Hospital proporcionará la infraestructura y el ambiente de trabajo necesario para lograr que el personal de mantenimiento, brinde la mejor asistencia técnica a los equipos eléctricos, garantizando el buen funcionamiento de los equipos.

2.3. Realización de procedimientos de mantenimiento, aplicando requisitos de la Norma ISO 9001:2008

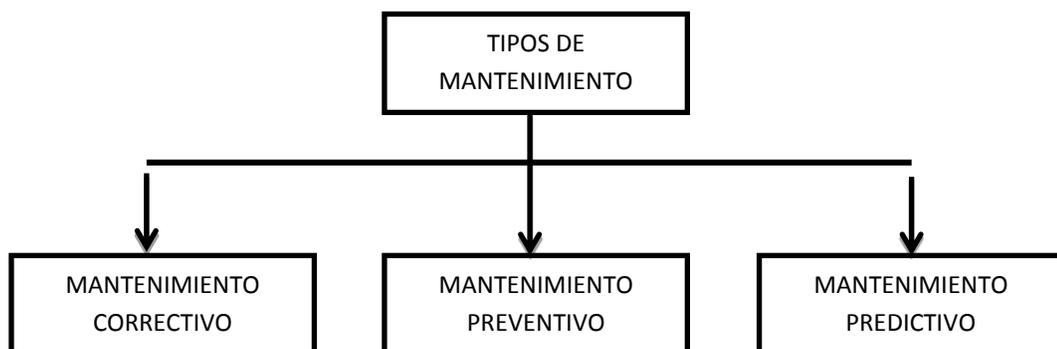
La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo, es un objetivo de muchas empresas, por lo que es recomendable la implementación de un programa de mantenimiento en el Hospital Regional de Escuintla, que le permita mejorar el desempeño en la seguridad del equipo eléctrico y el personal que lo opera, además de minimizar los costos propios de mantenimiento, mediante los controles adecuados.

2.3.1. Tipos de mantenimiento para la recomendación de conservación

En mantenimiento se agrupan una serie de actividades, cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, instalaciones, etc.

Las actividades de mantenimiento, pueden ser realizadas de acuerdo a los sistemas y que se aplican según las características de los bienes y diversos criterios de gestión. Dependiendo de sus características y de la forma en que se realiza el mantenimiento en un centro hospitalario se subdivide de acuerdo a como se estructura en la figura 13.

Figura 13. Tipos de mantenimiento



Fuente: Plan de mantenimiento, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

2.3.1.1. Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir las fallas, antes de que se produzcan. Es decir, conseguir adelantarse a las fallas o al momento en que

el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto, se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.

Ventaja

- *La intervención en el equipo o cambio de un elemento, obliga a dominar el proceso y a tener datos técnicos, que requiere un compromiso con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.*

Desventajas

- *La implementación de un sistema de este tipo, requiere una inversión inicial importante, los equipos y los analizadores tienen un costo elevado.*
- *Se debe tener personal que sea capaz de recolectar e interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos.*

2.3.1.2. Mantenimiento preventivo

Surge de la necesidad de rebajar el mantenimiento correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados.

Características

Básicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los

historiales registrados de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizarán las acciones necesarias, engrasan, cambian correas, desmontaje, limpieza, etc.

Ventajas

- *Se obtiene un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos, que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.*
- *Reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, ésto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.*
- *Se mejora la coordinación para realizar el paro de las instalaciones eléctricas, para reducir los tiempos de indisponibilidad de los equipos.*

Desventajas

- *Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento, se debe realizar por técnicos especializados.*
- *Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento, sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.*

2.3.1.3. Mantenimiento correctivo

Es aquel que se ocupa de la reparación, una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento, se pueden contemplar dos tipos de enfoques:

Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo): este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla.

Mantenimiento curativo (de reparación): este se encarga de la reparación propiamente, pero eliminando las causas que han producido la falla. Suelen tener un almacén de recambio, sin control, algunas cosas hay demasiado y de otras quizás de más influencia no hay piezas. Por lo que es caro y con un alto riesgo de falla. Mientras se prioriza la reparación sobre la gestión, no se puede prever, analizar, planificar, controlar y rebajar costos.

Ventajas

- *Si el equipo está parado, la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos, serán en tiempo mínimo.*
- *No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente; Por lo tanto, el costo de mano de obra será mínimo, será más prioritaria la experiencia y la pericia de los operarios, que la capacidad de análisis o de estudio del tipo de problema que se produzca.*

Desventajas

- *Se producen paradas y daños imprevisibles*
- *Se suele producir una baja calidad en las reparaciones, debido a la rapidez en la intervención y a la prioridad de reponer, antes que reparar definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente, sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo, generan otras al cabo del tiempo por mala reparación; por lo tanto, será muy difícil romper con esta inercia.*

2.3.2. Manual de mantenimiento

El manual de mantenimiento contiene información relevante para realizar todas las actividades de la forma correcta y efectiva.

2.3.2.1. Planta de emergencia

El mantenimiento de la planta de emergencia, es vital para el funcionamiento del equipo y para el servicio que el hospital brinda a la comunicada

2.3.2.1.1. Procedimientos de mantenimiento

- *Antes de encender la planta eléctrica, revisar:*
 - *Nivel de agua en el radiador*

- Nivel de aceite en el cárter
 - Nivel de agua en celdas de batería
 - Nivel de combustible en tanque diario
 - Limpieza en terminales de batería
- Colocar el interruptor principal del generador main en off
- Colocar los selectores de operación en el modo manual para arrancar la planta eléctrica.
- Poner a funcionar de esta manera por unos 10 minutos y revisar lo siguiente:
 - Frecuencia del generador (60 Hz a 61 Hz)
 - De ser necesario ajustar el voltaje al valor correcto por medio del potenciómetro de ajuste.
 - Durante todo el tiempo que tarde la planta trabajando, revisar la temperatura del agua, la presión de aceite y la corriente de carga del acumulador.
 - Si todo está correcto, accionar el interruptor en la posición de apagado off para que el motor se apague.
- Luego de la revisión preliminar y si todo está correcto, simular falla del fluido eléctrico y revisar lo siguiente:
 - Corriente, voltaje y frecuencia del generador, según los parámetros de operación (que pueden variar de un sistema a otro).

- *Si alguno de estos valores, está fuera de su rango de operación*
- *Si la temperatura del agua es muy alta, con mucha precaución quitar el tapón al radiador, revisar el nivel del agua y reponerla en caso de necesidad (sin parar el motor), si el nivel del agua se encuentra bien, buscar la manera de ventilar el motor por otros medios. También conviene revisar, si el generador está muy cargado, ya que esa puede ser la causa y si ese es el caso, se deberá disminuir la carga eléctrica hasta llegar a la corriente nominal de placa del generador.*
- *En caso de obstrucción de las celdas del radiador, lavarlo a vapor para retirar la suciedad.*
- *Sí la presión del aceite es muy baja para el motor, esperar que se enfríe, luego revisar el nivel de aceite y reponerlo en caso de ser necesario (con el motor apagado). Después volver a encender el motor.*
- *Un amperímetro señala la carga del alternador al acumulador, si proporciona una señal negativa, significa que el alternador, no está cargando. En este caso se debe verificar el estado del alternador, regulador de voltaje y conexiones.*
- *Si la frecuencia del generador es menor a 60 Hz, reducir la carga según sea la emergencia, tratando de mantener en promedio una frecuencia en valores de 60 Hz.*
- *Si el voltaje del generador baja su valor, es posible recuperarlo girando el potenciómetro del regulador de voltaje.*
- *Sí en el trabajo de la planta llegaran a actuar las protecciones, verificar la temperatura del agua y presión del aceite. Si actúa la protección por alta*

temperatura de agua, dejar que el motor enfríe y después reponer el faltante.

- *Para detener el motor desconecte la carga manualmente y deje trabajar el motor, durante tres minutos al vacío.*
- *Conviene arrancar el motor por lo menos una vez a la semana por un lapso de 30 minutos para mantener bien cargado el acumulador, cuando no existe cargador de baterías conectado a la planta y para mantener el magnetismo remanente del generador en buen rango. También para corregir posibles fallas.*

2.3.2.1.2. Períodos de servicio

- *Revisar diariamente*
 - *Fugas de aceite, refrigerante y combustible*
 - *Nivel del agua en el radiador*
 - *Nivel de aceite en el cárter y/o en el gobernador hidráulico*
 - *Nivel de combustible en el tanque*
 - *Válvulas de combustible abiertas*
 - *Nivel de agua destilada en las baterías y limpieza de los bornes*
 - *Limpieza y buen estado del filtro de aire*
 - *Observar si hay tornillos flojos, elementos caídos, sucios o faltantes en el motor y tableros.*

- *Revisar semanalmente*
 - *Que no se acumule polvo sobre la planta o en los pasos de aire de enfriamiento, asimismo los tableros.*
 - *Ejercite el generador arrancándolo y haciéndolo funcionar durante cuando menos 30 minutos, a no menos de 30% de su rango de carga. Niveles más bajos de carga son aceptables si la temperatura del escape, alcanza el nivel suficiente para prevenir daños al motor, ver la tabla VII.*

- *Revisar mensualmente*
 - *Comprobar la tensión correcta y el buen estado de las fajas del ventilador, alternador, etc.*
 - *Limpiar los tableros y contactos de relevadores si es necesario*
 - *Observar cuidadosamente todos los elementos de la planta y tableros para corregir posibles fallas.*
 - *Cada 150 horas de trabajo, además de lo anterior, cambiar filtro de aceite.*
 - *Si el motor está equipado con filtro de aire o tipo húmedo cambiar el aceite.*
 - *Cada 300 horas de trabajo, además de lo anterior*
 - *Cambiar el elemento anticorrosivo del agua*
 - *Cambiar los filtros de combustible*
 - *Limpiar el polvo que se haya acumulado sobre la misma o en los pasos de aire de enfriamiento.*

Tabla VII. Temperaturas de chimenea mínimas recomendadas de escape para motores Cummins

Familia de Motor	Temperatura de Chimenea Termocople Calibrado
<i>B series</i>	550
<i>C series</i>	600
<i>LTA10</i>	650
<i>M11</i>	650
<i>NT(A)855</i>	650
<i>N14</i>	650
<i>QSX15</i>	700
<i>KTA19</i>	650
<i>VTA28</i>	650
<i>QST30</i>	650
<i>KTA38</i>	650
<i>QSK45</i>	700
<i>KTA50</i>	700
<i>QSK60</i>	700
<i>QSK178</i>	700

Fuente: Manual de aplicación generadores power Cummins <http://www.cumminspower.com>.

Consulta: agosto de 2012.

- *Revisar anualmente*
 - *Sí el filtro de aire es tipo seco, cambiar*
 - *Para tiempos mayores, consultar el manual de operación y mantenimiento del motor en particular.*
 - *Los cambios regulares de aceite se deben hacer a las 150 horas de trabajo o a los 6 meses, lo que ocurra primero.*

2.3.2.1.3. Programa de mantenimiento para plantas de emergencia

Los bajos costos de operación y mantenimiento dependerán de los servicios efectuados periódicamente según los programas establecidos por el fabricante y entidades normalizadoras. Al equipo de moto-generación del hospital se debe aplicar el siguiente programa de mantenimiento, según las recomendaciones e instrucciones del fabricante, ver tabla VIII.

2.3.2.2. Banco de transformadores

El hospital cuenta con un banco de transformadores, destinadas para el uso del mismo y de la comunidad a quien se les brinda el servicio.

2.3.2.2.1. Procedimientos de mantenimiento

Los transformadores con que cuenta el Hospital Regional de Escuintla son propiedad de la empresa suministradora de energía eléctrica (EEGSA), por lo cual el mantenimiento preventivo o correctivo, lo realiza dicha institución a solicitud del centro hospitalario.

Tabla VIII. Programa de mantenimiento por horas de operación de dispositivos auxiliares de una unidad generadora

REVISAR CADA	HORAS										
	100	150	200	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Batería	I			I	I	I	I	I	I	I	I
Fajas	I			I	I	I	I	I	I	I	I
Aceite		R		R	R	R	R	R	R	R	R
Filtro de Aire		I		R	R	R	R	R	R	R	R
Filtro de Aceite		R		R	R	R	R	R	R	R	R
Filtro de Combustible		R		R	R	R	R	R	R	R	R
Nivel de Refrigerante			I	I	I	I	I	I	I	I	I
Compresor de Aceite			I	I	I	I	I	I	I	I	I
Sistema de Descarga				I	I	I	I	I	I	I	I
Tanque Combustible				I	I	I	I	I	I	I	I
Presión de Aceite				I	I	I	I	I	I	I	I
Alternador				I	I	I	I	I	I	I	I
Presión de Cigüeñal				I	I	I	I	I	I	I	I

I = Inspeccionar

R = Reemplazar

Fuente: Manual de aplicación Generadores power Cummins <http://www.cumminspower.com>.

Consulta: agosto de 2012.

2.3.2.2.2. Períodos de servicio

Los períodos de servicio generalmente dependen de la ubicación de los transformadores, estos pueden ser anuales mensuales o semanales, dentro del centro hospitalario los servicios se deben realizar mensualmente por parte del encargado de mantenimiento y anualmente por parte de EEGSA.

Mensualmente

- *El encargado de mantenimiento del centro hospitalario estará realizando una inspección visual de los transformadores que forman el banco trifásico, esta consiste en una observación completa tomando en cuenta fugas de aceite, deterioro de los dispositivos auxiliares como , de alta y baja tensión, pararrayos, etc.*

Anualmente

- *Realizar la solicitud respectiva a la EEGSA, para la realización del mantenimiento preventivo de los transformadores.*
- *El mantenimiento de los transformadores lo realiza EEGSA dejando constancia al centro hospitalario del servicio realizado.*

El mantenimiento preventivo realizado por la empresa eléctrica, consta de varias pruebas que se realizan a los transformadores y estas se clasifican en 3 categorías las cuales son:

- *Inspección general del transformador*

- *Pruebas al aceite dieléctrico: la primera es el aspecto visual del aceite dieléctrico, luego la prueba de ausencia de PCB's, además la prueba de rigidez dieléctrica del aceite, prueba de tensión interfacial, prueba de acidez o número de neutralización y por último el análisis físico químico al aceite.*
- *Pruebas eléctricas a los devanados: se realizan directamente a los devanados del transformador. La primera es la prueba de resistencia de aislamiento, la segunda la prueba de relación de transformación y la tercera la prueba de polaridad del transformador.*

Como el centro hospitalario no puede quedarse sin suministro de energía en el momento de realizarse el mantenimiento, se solicitará a la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A., realizar el mantenimiento de tal forma, que el tiempo no supere al que sea necesario, para que el motogenerador se mantenga en línea por la cantidad de combustible disponible.

2.3.2.3. Interruptor de transferencia

El interruptor de transferencia de equipos, en general, requiere un mantenimiento limitado.

2.3.2.3.1. Procedimientos de mantenimiento

Regularmente es necesaria una prueba para asegurarse de que el equipo funcione correctamente en caso de fallo en el suministro de energía de

empresa eléctrica de Guatemala, para eso es necesario pruebas de forma regular al menos una vez por semana según NFPA 110.

La prueba consiste en una simulación de falla del servicio de energía eléctrica para verificar si el interruptor de transferencia realiza su función y conecta el moto-generador. Luego simular el restablecimiento del servicio de energía eléctrica para verificar si el interruptor de transferencia desconecta al moto-generador en los tiempos establecidos de los set-points.

2.3.2.3.2. Períodos de servicio

- *Inspección semanal*
 - *Una vez por semana el operador o técnico de mantenimiento debe inspeccionar el sistema de alimentación de emergencia completo, incluyendo el interruptor de transferencia.*
 - *Verificar que todas las luces indicadoras estén funcionando, los interruptores de control están en la posición adecuada (operación automática), y que no hay indicios evidentes de recalentamiento o mal funcionamiento.*

- *Pruebas mensuales*
 - *Una vez al mes el sistema de alimentación de emergencia debe ser probado.*
 - *Realizar una prueba del interruptor de transferencia a través del arranque del generador. Ya sea por la operación manual del interruptor de transferencia, o por un reloj automático en el*

interruptor de transferencia o cualquier otro dispositivo de gestión de la construcción del sistema.

- *Cuando la prueba del generador se ha completado, el interruptor de transferencia debe transferir la carga de nuevo al servicio normal, y apagar el generador después de un período de enfriamiento.*
 - *Esta prueba no sólo verifica que el generador comenzará a realizar una carga, sino que también verifica la capacidad del interruptor de transferencia para detectar una falla eléctrica, mecánica y conectar a la fuente de energía alternativa.*
 - *En las pruebas mensuales del sistema, una falla de energía suele ser simulado mediante la manipulación de los circuitos de control en el interruptor de transferencia.*
-
- *Anualmente*
 - *Antes de realizar mantenimiento al interruptor de transferencia desconectar la fuente del generador y la alimentación.*
 - *El trabajo básico anual necesario en el interruptor de transferencia se inicia con una limpieza e inspección del interruptor. Se aspira y se limpia el gabinete para eliminar toda la suciedad y los restos de la carcasa.*
 - *Las superficies exteriores del interruptor, pueden ser limpiados cuidadosamente, siempre y cuando se tenga cuidado para evitar que el líquido penetre en conmutadores externos o en el interior del gabinete.*
 - *El interruptor de transferencia se inspecciona para el evitar grietas, corrosión o cualquier otro tipo de deterioro.*

- *Los interruptores de transferencia son operados bajo carga muchas veces más que otros dispositivos de circuitos de distribución, y algún desgaste de los contactos es normal. Por lo tanto, los contactos deben ser inspeccionados por el desgaste anormal o degradación.*
- *Después de que el interruptor de transferencia se limpia, todas las conexiones de potencia y control se deben comprobar por el deterioro de acuerdo a las especificaciones del fabricante.*
- *En el análisis anual, se recomienda que la fuente de alimentación a la instalación física se desconecte, de manera que el grupo electrógeno y el sistema de transferencia deben funcionar exactamente como en una condición de fallo de alimentación real. Esto verifica que todos los equipos de apoyo crítico están conectados al generador de energía, y que el generador puede iniciar y ejecutar las cargas críticas.*

2.3.2.3.3. Termografía

Un examen regular de termografía infrarroja o de interruptores de transferencia puede ser valioso en condición de paso y control de las transferencias de carga. Una evaluación térmica detecta sobrecalentamiento debido no sólo a fallos y el deterioro de los componentes, sino también la sobrecarga sobre los efectos de cargas no lineales en el sistema de distribución.

En general, la evaluación termográfica es más útil, cuando los datos históricos están disponibles para su uso en la comparación de los datos actuales de prueba a la muestra de los resultados anteriores.

La comparación de los resultados actuales a otros contactos de un diseño idéntico o similar con los niveles de carga similar, o entre los contactos de un solo dispositivo a menudo destacan los contactos que necesitan inspección o incluso reparar; la tabla IX detalla el programa de mantenimiento para el interruptor de transferencia.

Tabla IX. **Programa de mantenimiento para interruptor de transferencia**

Actividad a ejecutar	Horas			
	500	1000	1500	2000
Aspirado				E
Ventilación normal o forzada si fuese necesario	R			
Limpieza		E		
Chequeo de bornes falsos o corroídos por operación.			E	
Torque aplicado.				R

R = Revisar

E = Ejecutar

Fuente: Manual de aplicación Generadores Power Cummins <http://www.cumminspower.com>.

Consulta: agosto de 2012.

2.3.2.4. Tableros industriales

Estos se encuentran diseñados para que el orden de todos los cables y dispositivos eléctricos se mantenga, pero es necesario que se encuentre en buenas condiciones.

2.3.2.4.1. Procedimientos de mantenimiento

Dependiendo del circuito que opera, se le aplicará el mantenimiento adecuado, las operaciones de mantenimiento más comunes son:

- *Aspirar*
- *Ventilar de forma normal o forzada, si fuese necesario*
- *Limpiar*
- *Revisar bornes falsos o corroídos por operación*
- *Torque aplicado*

2.3.2.4.2. Períodos de servicio

Para los tableros en su totalidad, se dictan las recomendaciones a la hora de ejecutar servicio o cambios, considerando tiempo de vida útil, discontinuidad en el mercado y balance de cargas. Para los tableros, deberá tomarse en cuenta lo siguiente:

- *Para los interruptores principales y ramales indicados en cada tablero, que no soporten la carga requerida o demandada, deberá instalarse uno de mayor capacidad, siempre que lo permita el calibre del conductor.*
- *Previo al cambio de los tableros, medir del consumo para determinar si se continua con la capacidad actual de los interruptores o se incrementa utilizando el mismo cableado, en caso que el cableado no lo permita deberá incrementarse el calibre del mismo, lecturas que deberán ser confirmadas por la supervisión en caso se requiera de dichos cambios.*

- *Debe efectuarse paralelamente cambios u operaciones de mantenimiento en el transformador, como en el tablero que alimenta para efectuar una sola suspensión del servicio.*
- *Previo al cambio de tableros y transformadores, se deberán verificar los voltajes de entrada y salida de los mismos, así como los circuitos que alimentan.*

2.3.2.4.3. Programa de mantenimiento para tableros industriales

Dependiendo del circuito que operan, se le aplicará el mantenimiento adecuado, los cuales deben de efectuarse en número de horas, meses o años, según las exigencias del sistema, en la tabla X se muestra un ejemplo de las horas de operación de para un tablero.

2.3.2.5. Calderas

Son equipos diseñados para generar vapor, el cual es utilizado en el proceso de esterilización del hospital.

Tabla X. Programa de mantenimiento para tableros eléctricos

Actividad a ejecutar	Horas			
	500	1000	1500	2000
Aspirado				E
Ventilación normal o forzada si fuese necesario	R			
Limpieza		E		
Revisión de bornes falsos o corroídos por operación.			E	
Torque aplicado.				R

R = Revisar

E = Ejecutar

Fuente: elaboración propia.

2.3.2.5.1. Procedimientos de mantenimiento

La inspección y mantenimiento a la caldera, ayuda a evitar paralizaciones de trabajo innecesarias o reparaciones costosas y accidentes en el personal. Es recomendable mantener un diario o registro de la caldera. Los registros de las actividades de mantenimiento diarios, mensuales y anuales, proporciona una guía valiosa y ayuda a obtener servicio duradero y económico del equipo.

Para iniciar el mantenimiento de la caldera, es condición previa e indispensable, que ésta funcione satisfactoriamente, por lo que deberá considerarse inicialmente, la evaluación completa de las condiciones de operación y funcionamiento. También es necesario que el mantenimiento se

realice sistemáticamente, es decir, mediante acciones periódicas y en un orden preestablecido. Dentro de estas acciones existen algunas que deben realizarse rutinariamente, pues mediante ellas se puede detectar cualquier falla, así como contribuir a prolongar la vida útil del equipo. Dichas condiciones son: observación de la operación, pruebas periódicas, inspección y supervisión.

2.3.2.5.2. Períodos de servicio

La parte más importante para el buen funcionamiento de la caldera es brindar un adecuado mantenimiento regular al equipo. Si se realizan las actividades del mantenimiento, se tendrá la seguridad de que la caldera funcionará con un mínimo de paradas costosas, será más económica y evitará altos costos de reparación. La base de un buen mantenimiento es una buena operación. A continuación se indican las actividades que forman parte del mantenimiento.

- *Revisión diaria*

Las actividades que a continuación se indican las realiza continuamente a lo largo del día el encargado de la caldera, dicha persona toma nota de la información de interés en una bitácora diaria que le permite llevar el control de ciertas variables, por ejemplo: presiones y temperaturas, control de purgas etc. Los puntos básicos a realizar diariamente son:

- *Ciclo de funcionamiento del quemador*
- *Control de la bomba de alimentación y/o corte por bajo nivel*
- *Control de purgas: columna principal, columna auxiliar y de fondo*

- *Verificar de mala combustión, desajustes de la relación aire-combustible: Humos en la chimenea, temperatura de los gases, depósitos de hollín, etc.*
- *Verificar diariamente de la presión de vapor, consumo de combustible, presión y temperatura del mismo.*
- *Ubicar todos los protectores de seguridad*
- *Aplicar procedimiento en caso de falla de suministro*
- *Verificar la temperatura de agua de alimentación*

- *Revisión semanal*
 - *Verificar el funcionamiento del quemador: para chequear el quemador, utilizar el visor para verificar que esté encendido, revisar cuidadosamente las líneas de combustible a efecto de corregir cualquier fuga que pudiese existir.*
 - *Combustión: para saber si existe buena combustión, analizar observando la temperatura de la chimenea, esta debe de marcar una temperatura entre los intervalos 250 y 300 grados centígrados.*
 - *Fugas de agua, vapor o gases de combustión: después de la operación de la caldera asegurar de que no existan fugas de agua y gases de combustión.*
 - *Revisar la línea de alimentación: corregir inmediatamente cualquier fuga que se observa a lo largo de toda la línea desde el arranque principal hasta el quemador, ajustando conexiones, cambiando empaques, tubos o accesorios según sea el caso.*
 - *Limpiar filtros de alimentación: desmontar los filtros en la línea de alimentación y remover la suciedad.*

- *Niveles de operación: comprobar los niveles de operación sí estos no coinciden es necesario ajustar las cápsulas de mercurio en el Mc. Donnell, siempre tener precaución para no provocar un corto circuito.*
- *Válvula de purga de nivel: al iniciar el arranque cuando la caldera alcance la primera carga de vapor, abrir y cerrar la válvula de purga del tubo de nivel, luego abrir la válvula de purga de Mc. Donnell, en el momento que la bomba de agua empiece a funcionar ciérrela, espere que se establezca el nivel de agua y proceda de la misma forma con las válvulas de purga de superficie y de fondo; luego abrir la válvula principal de vapor para proporcionarlo a los servicios que lo requieran. Realizar este procedimiento periódicamente.*
- *Válvula de seguridad: accionar periódicamente las válvulas de seguridad, para evitar que los asientos se peguen y se corra el riesgo que por una sobrepresión, no se dispare. Hacerlo tres veces por semana.*

- *Revisión mensual:*
 - *Fotoceldas: limpiar con un trapo seco únicamente*
 - *Revisión de Boquillas: desmontar la boquilla y desarmarla cuidadosamente para poder limpiar el filtro, la limpieza se debe de realizar con diesel o tinner.*
 - *Limpieza de electrodos: desmontar con cuidado para evitar quebraduras en el aislante, si ésta tuviera grietas o rajaduras cámbielas de inmediato.*
 - *Aisladores de ignición: revisar el estado de las porcelanas y cambiarlas si estas se encuentran con quebraduras o rajaduras.*

- *Cables de ignición: comprobar el estado del o los cables de ignición con un multímetro colocado para medir continuidad.*
 - *Malla del ventilador: revisar que no exista mota y suciedad que impida la succión del aire de la atmosfera, limpiar la malla con una brocha y con algún solvente.*
 - *Tubo de nivel: revisar que no existan fugas en las tuercas del tubo de ser así ajustar las tuercas, y si aún persisten dichas fugas, es necesario cambiar empaques.*
 - *Revisar capsula de mercurio: limpiar el interior del cabezal con una brocha y vea que las cápsulas de mercurio no estén rajadas, si lo están reemplácelas por nuevas, cuidando de conectarlas de nuevo.*
 - *Válvulas en general: verificar que no existan fugas en los vástagos de las válvulas de compuerta, de globo, de retención etc.*
- *Revisión trimestral*
 - *Limpieza del quemador: esta puede hacerse con tinner o con diesel, en todas sus partes tanto internas como externas.*
 - *Piloto de gas: revisar que no existen fugas y limpiar la salida de conducción con un trapo seco.*
 - *Terminales: revisar que las conexiones estén bien apretadas, apretando bien los tornillos de cada terminal que se encuentra en el panel de control de la caldera.*
 - *Fusibles: revisar que estén bien apretados, limpiarlos si estos están sucios, si ya no funcionan reemplazarlos por nuevos.*
 - *Limpiar el presurestol: desmontar y limpiar el interior con una brocha y vea que las cápsulas de mercurio no estén rajadas, si lo están reemplácelas por nuevas.*

- *Revisar termostato y conectores: destapar y limpiar el interior.*
- *Trampa de vapor de precalentador de combustible: destapar y remover la suciedad que tenga. Al colocarle la tapa ponga nuevo empaque y aplicar una capa de permatex para asegurar un buen sellado.*
-
- *Revisión semestral*
 - *Limpieza del lado de agua: dejar que la caldera se enfríe, y retirar toda el agua, quitar incrustaciones y sedimentos.*
 - *Fugas en los tubos de fuego: en dado caso existan fugas en estos es necesario reemplazar.*
 - *Conexiones y línea de alimentación de agua: revisar válvulas y tuberías en mal estado y cambiarlas cuando presenten un estado de deterioro, oxidación y picaduras.*
 - *Revisión de material refractario: revisar el refractario de las pruebas y tapaderas, que estén en buen estado, si presentan grietas bisélelas profundamente a todo lo largo, rellénelas de material respectivo.*
 - *Cambio de empaque: cambiar por nuevos siempre que se destape las puertas y tapaderas.*
 - *Pernos y tuercas: antes de cerrar la caldera aplíqueles grafito para evitar que se peguen por la temperatura.*
 - *Fajas de transmisión: revisar que tenga la tensión adecuada la que no debe de exceder de holgura de $\frac{1}{4}$ " , si esta llegara a exceder de esta medida, ajustar los tornillos para que mejore la tensión.*
 - *Válvulas selenoides: desmontar la bobina, destapar el vástago, luego remueva la suciedad, para después armarla correctamente.*

- *Lubricar motor de ventilación: si el motor tuviese entradas para inyectar grasa, entonces engrasar de acuerdo al tipo de grasa y aceite que indica el manual del motor, según el cronograma de actividades.*
 - *Temperatura de cojinete: comprobar la temperatura, de la siguiente manera, colocar la mano en donde estos van instalados, si no soporta dejar la mano más de 10 segundos por la alta temperatura, investigar la causa puede que tenga exceso de grasa, que no tengan grasa o requieren cambio.*
 - *Vibraciones del motor ventilador: revisar que el motor se encuentre bien atornillado a la base y el castigador del ventilador este atornillado correctamente, de no ser así ajustarlos correctamente.*
- *Revisión anual*
 - *Limpiar del lado de fuego: desmontar el quemador, quitar los tornillos y las tapaderas, y con una varilla que contenga cerdas de acero en uno de sus extremos, limpie todo el hollín.*
 - *Alinear bomba de motor: revisar la alineación si por el contrario estuviese desalineada entonces se debe desenroscar los tornillos de sujeción a la base y alinearla, luego apretar los tornillos.*
 - *Revisar bomba de tanque: revisar las fajas de transmisión, realizar ajustes.*
 - *Limpiar el flotador: limpiar el flotador y verificar si no existen picaduras, si estuviera dañado reemplazarlo inmediatamente.*
 - *Columna de Mc. Donnell: desmontar y limpiar internamente, para evitar que el flotador se quede trabado.*

- *Platinos: limpiar con un pedazo de tela lo más fina posible y aplicarles liquido limpiador de contactos.*
- *Termómetros: desmontar todos los termómetros que se encuentren en el sistema, remover la suciedad del bulbo sensor y colocarlos de nuevo aplicándoles teflón para evitar fugas.*
- *Limpiar chimenea: hasta donde se puede limpiar la chimenea en la parte interior, para evitar posibles acumulaciones de hollín que podría dañarla, revisar que no existan filtraciones de agua, si existen corríjalas inmediatamente.*
- *Pintura general: verificar que la pintura de la caldera, se mantenga siempre igual, si existen daños corregirlos es lo más pronto posible.*
- *Manómetros: para revisión de los manómetros solo se puede realizar con un manómetro patrón, compáralos y si no coinciden cambiarlo inmediatamente.*

La tabla XI muestra este mantenimiento en forma secuencial.

2.3.2.5.3. Programa de mantenimiento de calderas

En la siguiente tabla se describe el programa adecuado que debe realizarse a las calderas.

Tabla XI. Programa de mantenimiento para caldera del Hospital Regional de Escuintla

No.	Nombre de la operación	Diario	Semanal	Mensual	trimestral	Semestral	anual
1	Chequeo del quemador	X					
2	Control de purgas	X					
3	Revisar las boquillas		X				
4	Limpiar el quemador				X		
5	Limpiar electrodos		X				
6	Revisar aisladores de ignición		X				
7	Revisar cables de ignición		X				
8	Piloto de gas				X		
9	Fotoceldas			X			
10	Combustión		X				
11	Verificación de mala combustión	X					
12	Limpieza del lado de agua					X	
13	Limpieza del lado de fuego						X
14	fugas en los tubos de fuego					X	
15	Conexiones y líneas de alimentación					X	
16	Cambio de empaque					X	
17	Revisión de tuercas y pernos					X	
18	Fugas de agua, vapor		X				
19	Revisión de línea de alimentación		X				
20	Limpiar filtro de alimentación		X				
21	Fajas de transmisión					X	
22	Alineación de bomba de motor						X
23	Control de la bomba de alimentación	X					

Continuación de la tabla XI.

24	Revisión de bomba						X
25	Revisión de válvula solenoides					X	
26	Limpieza de malla del ventilador			X			
27	Lubricación del motor ventilador					X	
28	Temperatura de cojinetes					X	
29	Vibraciones del motor ventilador					X	
30	Niveles de operación			X			
31	Limpieza del flotador						X
32	Diafragma del flotador						X
33	Columna Mc. Donnell						X
34	Válvula de purga de nivel		X				
35	Revisar terminales				X		
36	Limpieza de platinos						X
37	Revisar fusibles				X		
38	Limpiar el programador				X		
39	Limpiar el presurestol				X		
40	Revisar capsulas de mercurio			X			
41	Revisar termostatos y contactores				X		
42	Válvulas de seguridad		X				
43	Termómetros						X
44	Válvulas en general		X				
45	Trampa de vapor del precalentador				X		
46	Limpieza de la chimenea						X
47	Pintura general						X
48	Manómetros						X

Continuación de la tabla XI.

49	Verificación de la presión de vapor	X					
50	Verificación de temperatura de agua de alimentación	X					
51	Verificación consumo de combustible, presión y temperatura	X					

Fuente: Manual de mantenimiento y operación de Calderas Propiedad, División de ingeniería y mantenimiento, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

2.3.2.6. Sistemas de pararrayos y puesta a tierra

El objetivo principal de un buen sistema a tierra, es mantener buenos niveles de seguridad del personal, operación de los equipos y desempeño de los mismos, generando un punto de protección al equipo, conectando los sistemas a tierra se limitan las sobretensiones eléctricas, transitorios en la red o contacto accidental con líneas de alta tensión. La puesta a tierra, comprende toda la conexión metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un grupo de electrodos, enterrados en el suelo, con objetivo de conseguir que entre el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima al terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que permita el paso a tierra de las corrientes de falla o de una descarga de origen atmosférico.

2.3.2.6.1. Procedimientos de mantenimiento

Los equipos al conectarse a tierra, ofrecen un camino de baja impedancia para las corrientes eléctricas de falla, facilitando así, el funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes.

La forma en que se conecta el sistema a tierra, tiene efecto sobre las magnitudes de voltaje de línea, los cuales deben de ser mantenidos en condiciones normales y bajo condiciones transitorias. Y para ello se deben realizar las siguientes mediciones:

2.3.2.6.2. Medición de la resistividad del suelo

Esta se mide con el objeto de encontrar los puntos óptimos para la colocación de la red de tierra, si se usa un valor incorrecto de resistividad del suelo en la etapa del diseño, la medida de impedancia del sistema de tierra puede resultar diferente de lo planeado, trayendo serias consecuencias. Algunos métodos para medir la resistividad son:

- *Método de Wenner*

Con objeto de medir la resistividad del suelo, se hace necesario insertar los 4 electrodos colocados en línea recta y a una misma profundidad de penetración, las mediciones dependerán de la distancia entre electrodos y de la resistividad del terreno y, por el contrario, no dependen en forma apreciable del tamaño y del material de los electrodos, aunque sí dependen de la clase de

contacto que se haga con la tierra. El principio básico de este método, es la inyección de una corriente directa o de baja frecuencia a través de la tierra entre dos electrodos C1 y C2 mientras que el potencial que aparece, se mide entre dos electrodos P1 y P2. La razón V/I es conocida como la resistencia aparente. En la figura 14, se muestra la disposición esquemática de los electrodos, en donde la corriente se inyecta a través de los electrodos exteriores y el potencial se mide a través de los electrodos interiores. La resistividad aparente (ρ) está dada por la ecuación 1:

Ecuación 1

$$\rho = \frac{4 \cdot \pi \cdot a \cdot r}{\left[1 + \left(\frac{2 \cdot a}{(a^2 + 4 \cdot b^2)^{0.5}} \right) - \frac{2 \cdot a}{(4 \cdot a^2 + 4 \cdot b^2)^{0.5}} \right]}$$

Dónde:

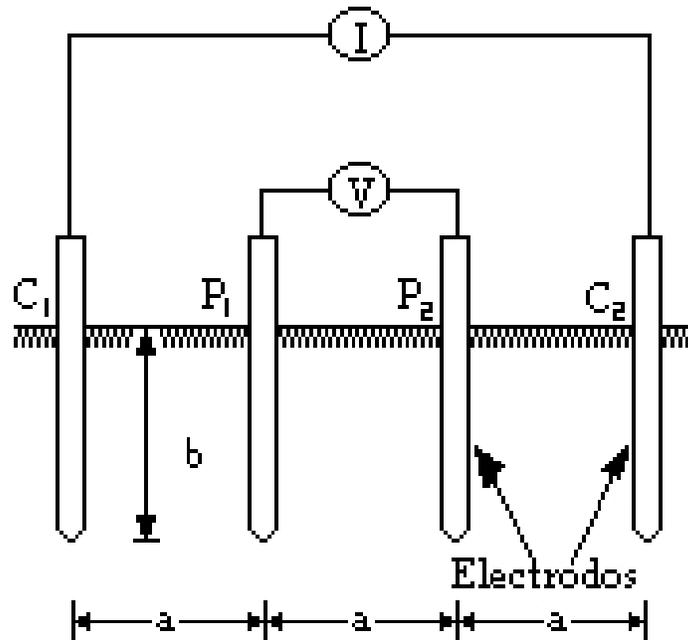
- a es la distancia entre electrodos, en metros
- b es la profundidad de enterrado de los electrodos, en metros
- r es la lectura de la resistencia en el telurómetro, en Ω

Si la distancia enterrada b es pequeña comparada con la distancia de separación entre electrodos a ($a \gg b$), la fórmula se simplifica como muestra la ecuación 2.

Ecuación 2

$$\rho = 2 * \pi * a * r$$

Figura 14. Método Wenner



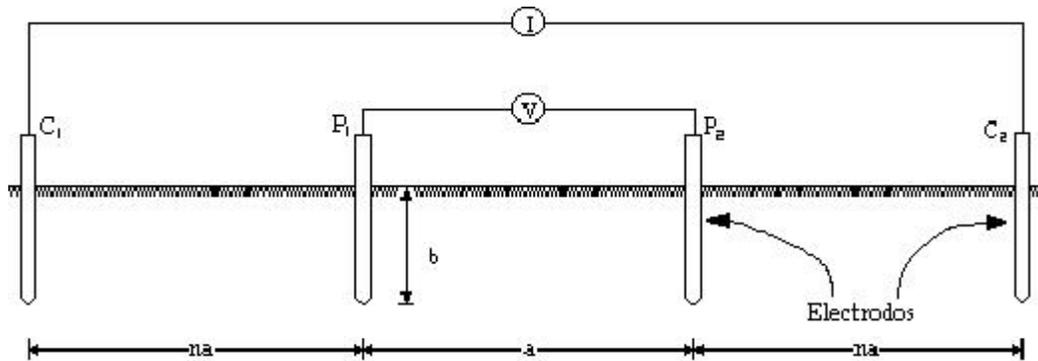
Fuente: RUELAS, Roberto. www.ruelsa.com/notas/tierras/pe70.html.

Consulta agosto de 2012.

- Método de Schlumberger

Este es una modificación del método de Wenner, también emplea 4 electrodos, pero en este caso la separación entre los electrodos centrales o de potencial a se mantiene constante y las mediciones se realizan variando la distancia de los electrodos exteriores, a partir de los electrodos interiores, a distancia múltiplos na de la separación base de los electrodos internos a . La configuración, así como la expresión de la resistividad correspondiente a este método de medición, se muestra en la figura 15.

Figura 15. **Método Schlumberger**



Fuente: RUELAS, Roberto. www.ruelsa.com/notas/tierras/pe70.html.
Consulta agosto de 2012.

La resistividad se calcula por medio de la ecuación 3:

Ecuación 3

$$\rho = 2 * \pi * r * (n + 1) * na$$

El método de Schlumberger es de gran utilidad cuando se requieren conocer las resistividades de capas más profundas. Se utiliza también cuando los aparatos de medición son poco inteligentes.

2.3.2.6.3. **Medición de la impedancia del electrodo**

Es necesario la medida del valor óhmico por: revisar su valor, posterior a la instalación y previo a la conexión del equipo, y, parte del mantenimiento de rutina, verificando que su valor no ha aumentado. Un método común para medir

la resistencia de un electrodo pequeño o mediano es el de caída de potencial, este método puede ser aplicado con éxito en instalaciones de gran área si los cables de prueba se extienden hasta 800 m o hasta 1000 m. El instrumento usado para la resistencia de terreno puede ser usado para medir el valor resistivo de la impedancia del electrodo.

Por seguridad, se debe tener una conexión con el electrodo de tierra remota, que se encuentra al potencial de tierra real aproximadamente. Como recomendación en la medición de la resistencia del electrodo se debe, tener una persona encargada, comunicación entre todos los participantes vía radio, usar guantes de goma y calzado adecuado, uso de una placa metálica para asegurar una equipotencial en la posición de trabajo.

2.3.2.6.4. Períodos de servicio

El mantenimiento a realizar al sistema de pararrayos y puesta a tierra, será programado de forma anual para mantener en buenas condiciones el sistema de protección del centro hospitalario.

Anualmente

- *Inspeccionar visualmente de todas las partes del sistema de tierras, que pueden verse directamente, observando evidencia de desgaste y corrosión.*
- *Efectuar mediciones de la resistividad del suelo con el objeto de verificar que los puntos óptimos de la colocación de la red de tierra, sean los mismos de diseño. Algunos métodos para medir la resistividad son: Método de Wenner y el Método de Schlumberger*

- *Verificar la continuidad de las conexiones eléctricas y su nivel de corrosión o roturas de los soportes o grapas de los cables eléctricos, en caso de necesidad, se cambiará por uno nuevo.*
- *Verificar la continuidad y el valor de la resistencia eléctrica entre la toma de tierra y el pararrayos, utilizando un megger.*
- *Revisar el estado de aguante mecánico de los soportes o fijaciones del mástil, que soporta el pararrayos y se procederá a cambiar o mejorar en caso sea necesario.*
- *Verificar la corrosión de los soportes o fijaciones para su limpieza y pintura.*
- *Verificar el estado de corrosión de las conexiones eléctricas del cable de tierra y del conjunto del pararrayos y efectuar las mejoras necesarias.*
- *Verificar el estado mecánico del pararrayos*
- *Desenterrar cada 4 años los electrodos para la revisión de la pérdida de material, corrosión o cambio si fuera necesario.*

El programa de mantenimiento se puede observar en la tabla XII.

2.3.3. Procedimientos y formatos de rutina de mantenimiento

Los mantenimientos deben ser rutinarios para preveré eventualidades y de esta forma evitar inconvenientes al prestar los servicios a la comunidad.

2.3.3.1. Rutina de mantenimiento correctivo

En el momento que los equipos del Hospital Regional de Escuintla requieran mantenimiento correctivo la rutina que hay que contemplar se puede observar en la tabla XIII.

Tabla XII. Programa de mantenimiento para sistemas de pararrayos y puesta a tierra

Actividad a ejecutar	Anualmente	Cada 4 Años
<i>Inspección Visual</i>	<i>R</i>	
<i>Medir la resistividad del suelo</i>	<i>E</i>	
<i>Medir la impedancia del electrodo</i>	<i>E</i>	
<i>Nivel de corrosión, roturas de los conductores</i>	<i>R</i>	
<i>Verificar el estado mecánico de los pararrayos</i>	<i>R</i>	
<i>Revisión de pérdida de material y corrosión</i>		<i>E</i>

R = Revisar

E = Ejecutar

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.1.1. Procedimiento de orden de trabajo

Dentro del centro hospitalario, el jefe de mantenimiento tiene que elaborar la orden de trabajo a partir de las planificaciones realizadas. Y el encargado de ejecutarla es el técnico designado, quien es el responsable de registrar toda información que sea requerida en dicha orden. En la figura 16, se puede apreciar esta orden.

Tabla XIII. Pasos para la ejecución de una rutina de mantenimiento correctivo

Paso No.	Responsable	Operación
1	Técnico de Mantenimiento	Recibe orden de trabajo.
2	Técnico de Mantenimiento	Consulta la ficha técnica y manual de mantenimiento del equipo.
3	Técnico de Mantenimiento	Inspeccionar y revisar el estado del equipo y la magnitud del trabajo.
4	Técnico de Mantenimiento	Analizar el requerimiento de materiales y repuestos para la realización del trabajo.
5	Jefe del Departamento de Mantenimiento	Si se cuenta con los materiales se procede a dar la orden para la realización del trabajo y si no, se procede a hacer la requisición respectiva.
6	Técnico de Mantenimiento	Ejecutar la orden de trabajo que requiera el servicio.
7	Técnico de Mantenimiento	Realizar la prueba de funcionamiento ante el jefe del departamento de mantenimiento.
8	Técnico de Mantenimiento	Solicitar firma de aceptación del trabajo del jefe del departamento de mantenimiento.
9	Técnico de Mantenimiento	Llenar debidamente los documentos técnicos requeridos, historial de mantenimiento.
10	Técnico de Mantenimiento	Agregar la información de los trabajos realizados al formato de solicitud de acción preventiva y correctiva.
11	Jefe del Departamento de Mantenimiento	Archivar la solicitud de acción preventiva/correctiva

Fuente: Plan de Mantenimiento, MSPAS.

Figura 16. **Formato de orden de trabajo del Hospital Regional de Escuintla**

HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA		MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL		Departamento de Mantenimiento	
ORDEN DE TRABAJO PARA EQUIPOS ELECTRICOS					
Orden No:		Descripción de equipo:		Codificación del Equipo:	
Marca:		Modelo y Serie:		Fabricante:	
Fecha:		Técnico Responsable:		Firma y Sello de Autorización	
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR:					
INFORMACIÓN TECNICA					
<i>Fallas Detectadas</i>					
Envejecimiento				Desgaste	
Operación Indebida				Medio Ambiente	
Construcción				Batería	
Uso				Pintura	
Otras (especificar)					
REPUESTOS Y MATERIALES USADOS					
Cantidad	DESCRIPCIÓN – UNIDAD DE MEDIDA				
INFORME Y OBSERVACIONES DEL TÉCNICO			USO EXCLUSIVO PARA MANTENIMIENTO		
			Fecha:		Hora:
			Nombre y Firma Jefe Mantenimiento:		Sello:

Fuente: Plan de Mantenimiento, MSPAS.

2.3.3.1.2. Formatos de documentación técnica para controles de mantenimiento

En el momento que el hospital cuente con nuevos equipos, se utilizará el formato de la figura 17 para guardar información técnica acerca del mismo, para poder identificarlo posteriormente y consultar su información.

Figura 17. Formato de ficha técnica de los equipos del Hospital Regional de Escuintla

HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA		MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL		Departamento de Mantenimiento
FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS				
<i>Descripción del equipo:</i>			<i>Localización:</i>	
<i>Codificación:</i>		<i>No. Inventario</i>		
		<i>Contable:</i>		
<i>Marca:</i>		<i>Modelo:</i>		
<i>Serie:</i>		<i>Tipo:</i>		
<i>Características del equipo:</i>				
<i>Equipo Principal</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Equipo Auxiliar</i>	<input type="checkbox"/>	
Documentación Técnica				
	<i>SI</i>	<i>NO</i>		
<i>Manual de Operaciones</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<i>Manual de Mantenimiento</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<i>Diagramas Eléctricos</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<i>Diagramas de Lubricación</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Fuente: Plan de Mantenimiento, MSPAS.

2.3.3.1.3. Formato de solicitud de acciones preventivas / correctivas

Se ha diseñado a fin de organizar la información correspondiente a acciones a realizarse en el mantenimiento correctivo.

Figura 18. Formato de solicitud de acciones preventivas / correctivas

HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA		MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL						Departamento de Mantenimiento				
SOLICITUD DE ACCION CORRECTIVA / PREVENTIVA												
ACCION CORRECTIVA No.				ACCION PREVENTIVA No.				Fecha:				
DESCRIPCIÓN (Describirlo Detalladamente)												
CAUSA RAIZ (Establezca la(s) causa(s) del hallazgo de acuerdo con el análisis realizado)												
PERSONAL ASIGNADO												
TÉCNICAS ESTADÍSTICAS												
ACCIONES CORRECTIVAS / PREVENTIVAS												
TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN (Colocar fechas de inicio y fecha de finalización)												
ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN	<i>Semana 1</i>	<i>Semana 2</i>	<i>Semana 3</i>	<i>Semana 4</i>	<i>Semana 5</i>	<i>Semana 6</i>	<i>Semana 7</i>	<i>Semana 8</i>	<i>Semana 9</i>	<i>Semana 10</i>	<i>Semana 11</i>	<i>Semana 12</i>
<i>Diagnóstico</i>												
<i>Recopilación Información</i>												
<i>Implementación</i>												
<i>Fecha finalización</i>												
RESULTADOS DE LA ACCIÓN CORRECTIVA/PREVENTIVA												
RESPONSABLE DEL SEGUIMIENTO												
FECHA EN QUE SE REALIZÓ EL SEGUIMIENTO												
DOCUMENTOS DE RESPALDO ADJUNTOS Ver manual de mantenimiento												

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.2. Rutina mantenimiento preventivo

En el momento que los equipos del Hospital Regional de Escuintla requieran mantenimiento preventivo la rutina que hay que contemplar es la que se muestra en la tabla XIV.

Tabla XIV. **Pasos para la ejecución de una rutina de mantenimiento preventivo**

Paso No.	Responsable	Operación
1	Jefe del Departamento de Mantenimiento	Realizar orden de trabajo de mantenimiento preventivo.
2	Técnico de mantenimiento	Consulta orden de trabajo referida por el jefe del departamento.
3	Técnico de mantenimiento	Consultar ficha y documentación técnica del equipo.
4	Técnico de mantenimiento	Preparar el material, herramienta, equipo y repuestos necesarios para ejecutar el mantenimiento preventivo.
5	Técnico de mantenimiento	Desarrollar el protocolo (Rutina) de mantenimiento preventivo que indica el manual de mantenimiento.
6	Técnico de mantenimiento	Verificar el funcionamiento mediante pruebas del equipo.
	Técnico de mantenimiento	Hacer la prueba de funcionamiento ante el jefe del departamento.
7	Técnico de mantenimiento	Llenar debidamente los documentos técnicos requeridos, historial de mantenimiento.
8	Técnico de mantenimiento	Firmar de realizado el protocolo de la orden de trabajo.
9	Jefe del Departamento de Mantenimiento	Supervisar el trabajo realizado.
10	Técnico de mantenimiento	Solicitar firma del jefe de mantenimiento.
11	Técnico de mantenimiento	Agregar a la ficha técnica, el historial de mantenimiento, descripción del trabajo realizado.
12	Técnico de mantenimiento	Agregar la información de los trabajos realizados al formato de solicitud de acción preventiva y correctiva.
13	Jefe del Departamento de Mantenimiento	Archivar la solicitud de acción preventiva/correctiva

Fuente: Plan Maestro de Mantenimiento, MSPAS.

2.3.3.2.1. Procedimiento de orden de trabajo

Dentro del centro hospitalario, el jefe de mantenimiento tiene que elaborar la orden de trabajo, a partir de las planificaciones realizadas.

El encargado de ejecutarla es el técnico designado, quien es el responsable de registrar toda información que sea requerida en la orden, en la figura 20 se puede apreciar esta orden.

2.3.3.2.2. Formatos de documentación técnica para controles de mantenimiento

En el momento que el hospital cuente con nuevos equipos, se utilizará el formato de la figura 21, para guardar información técnica acerca del mismo, para poder identificarlo posteriormente y consultar su información.

2.3.3.2.3. Formatos de solicitud de acción preventiva / correctiva

Se han diseñado a fin de organizar la información correspondiente a las distintas acciones a realizarse según las necesidades de mantenimiento preventivo.

Figura 20. **Formato de orden de trabajo del Hospital Regional de Escuintla**

HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA		MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL		<i>Departamento de Mantenimiento</i>	
ORDEN DE TRABAJO PARA EQUIPOS ELECTRICOS					
<i>Orden No:</i>		<i>Descripción de equipo:</i>		<i>Codificación :</i>	
<i>Marca:</i>		<i>Modelo y serie:</i>		<i>Fabricante:</i>	
<i>Fecha:</i>		<i>Técnico responsable:</i>		<i>Firma y Sello de Autorización</i>	
<i>DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR:</i>					
INFORMACIÓN TÉCNICA					
<i>Fallas Detectadas</i>					
<i>Envejecimiento</i>				<i>Desgaste</i>	
<i>Operación indebida</i>				<i>Medio ambiente</i>	
<i>Construcción</i>				<i>Batería</i>	
<i>Uso</i>				<i>Pintura</i>	
<i>Otras (especificar)</i>					
REPUESTOS Y MATERIALES USADOS					
<i>Cantidad</i>		<i>DESCRIPCIÓN – UNIDAD DE MEDIDA</i>			
INFORME Y OBSERVACIONES DEL TÉCNICO			USO EXCLUSIVO PARA MANTENIMIENTO		
			<i>Fecha:</i>		<i>Hora:</i>
			<i>Nombre y Firma Jefe Mantenimiento:</i>		<i>Sello:</i>

Fuente: Plan Maestro de Mantenimiento, MSPAS.

Figura 21. Formato de ficha técnica de los equipos del Hospital Regional de Escuintla

HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA		MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL		Departamento de Mantenimiento																												
FICHA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS																																
<i>Descripción del equipo:</i>			<i>Localización:</i>																													
<i>Codificación:</i>		<i>No. inventario contable:</i>																														
<i>Marca:</i>		<i>Modelo:</i>																														
<i>Serie:</i>		<i>Tipo:</i>																														
<i>Características del equipo:</i>																																
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Equipo principal</i></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><i>Equipo auxiliar</i></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Documentación Técnica</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Manual de Operaciones</i></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Manual de Mantenimiento</i></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Diagramas eléctricos</i></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Diagramas de lubricación</i></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					<i>Equipo principal</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Equipo auxiliar</i>	<input type="checkbox"/>	Documentación Técnica					SI	NO		<i>Manual de Operaciones</i>			<input type="checkbox"/>	<i>Manual de Mantenimiento</i>			<input type="checkbox"/>	<i>Diagramas eléctricos</i>			<input type="checkbox"/>	<i>Diagramas de lubricación</i>			<input type="checkbox"/>
<i>Equipo principal</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Equipo auxiliar</i>	<input type="checkbox"/>																													
Documentación Técnica																																
	SI	NO																														
<i>Manual de Operaciones</i>			<input type="checkbox"/>																													
<i>Manual de Mantenimiento</i>			<input type="checkbox"/>																													
<i>Diagramas eléctricos</i>			<input type="checkbox"/>																													
<i>Diagramas de lubricación</i>			<input type="checkbox"/>																													

Fuente: Plan Maestro de Mantenimiento, MSPAS.

Figura 22. **Formatos de solicitud de acción preventiva / correctiva**

HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA		MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL						Departamento de Mantenimiento				
SOLICITUD DE ACCION CORRECTIVA / PREVENTIVA												
ACCION CORRECTIVA No.						ACCIÓN PREVENTIVA No.				Fecha:		
DESCRIPCIÓN (Describirlo Detalladamente)												
CAUSA RAIZ (Establezca la(s) causa(s) del hallazgo de acuerdo con el análisis realizado)												
PERSONAL ASIGNADO												
TÉCNICAS ESTADÍSTICAS												
ACCIONES CORRECTIVAS / PREVENTIVAS												
TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN (Colocar fechas de inicio y fecha de finalización)												
ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Diagnóstico												
Recopilación Información												
Implementación												
Fecha finalización												
RESULTADOS DE LA ACCION CORRECTIVA/PREVENTIVA												
RESPONSABLE DEL SEGUIMIENTO												
FECHA EN QUE SE REALIZÓ EL SEGUIMIENTO												
DOCUMENTOS DE RESPALDO ADJUNTOS												
Ver manual de mantenimiento												

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.2.4. Formato del historial de mantenimiento

El Departamento de Mantenimiento utilizará el formato establecido en la figura 23, cada vez que se practique algún tipo de mantenimiento preventivo o correctivo para dejar registro de lo realizado a cada equipo del centro hospitalario.

Figura 23. Formato del historial de mantenimiento

HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA		MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL		Departamento de Mantenimiento
HISTORIAL DE MANTENIMIENTO				
Equipo principal	<input type="checkbox"/>	Equipo auxiliar	<input type="checkbox"/>	
Mantenimiento Preventivo	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento correctivo	<input type="checkbox"/>	
Descripción del equipo:		Marca:	Modelo:	
Número de serie:		Codificación:	# Inventario:	
Actividades de mantenimiento llevadas a cabo				
Fecha	Descripción del mantenimiento realizado	Observaciones	Resp	onsab le

Fuente: Plan Maestro de Mantenimiento, MSPAS.

2.3.3.2.6. Formatos de revisión diaria para los equipos eléctricos críticos del hospital

En los formatos que se muestran en las figuras 25 y 26, se indican la fecha en que se realiza la inspección y están diseñados para ser llenados en forma rápida, de tal manera que en estos se incluyan aquellas partes de los equipos que deben ser revisadas o inspeccionadas para que estas no presenten fallas ya que son equipos claves dentro del centro hospitalario.

Figura 25. Formato revisión diaria del generador

HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA	MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL	Departamento de Mantenimiento
REVISIÓN DIARIA DEL GENERADOR		
<i>Descripción del equipo:</i>	<i>Marca:</i>	<i>Modelo:</i>
<i>Número de serie:</i>	<i>Codificación:</i>	<i># Inventario:</i>
1	<i>Fugas de aceite, refrigerante y combustible</i>	
2	<i>Nivel del agua en el radiador</i>	
3	<i>Nivel de aceite en el cárter y/o en el gobernador hidráulico</i>	
4	<i>Nivel de combustible en el tanque</i>	
5	<i>Válvulas de combustible abiertas</i>	
6	<i>Nivel de agua destilada en las baterías y limpieza de los bornes</i>	
7	<i>Limpieza y buen estado del filtro de aire</i>	
8	<i>Observar si hay tornillos flojos, elementos caídos, sucios etc.</i>	
OBSERVACIONES: _____		
REALIZADO POR: _____		
FIRMA: _____		
FECHA: _____		
*Nota: chequear cada actividad realizada con un ✓		

Fuente: Plan Maestro de Mantenimiento, MSPAS.

Figura 26. **Formato revisión diaria de la caldera**

HOSPITAL REGIONAL DE ESCUINTLA		MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL		Departamento de Mantenimiento
REVISIÓN DIARIA DE LA CALDERA				
Descripción del equipo:		Marca:		Modelo:
Número de serie:		Codificación:		# Inventario:
1	Revisar el nivel del tanque de combustible			
2	Revisar el nivel de agua de la caldera			
3	Inspeccionar las uniones flexibles			
4	Inspeccionar el ventilador circulador de aire en la caldera			
5	Abrir y cerrar purga de control de nivel			
6	Revisar sistema de alarma y desconexión por bajo nivel			
7	Revisar funcionamiento de bomba de agua de alimentación			
8	Realizar purga a la columna de agua de alimentación			
9	Realizar purga a la columna de medición de nivel de agua			
10	Realizar purga de fondo			
11	Revisar prensa estopa de bomba de agua de alimentación			
12	Verificar presiones de gas propano (12 pulgadas de agua)			
13	Purgar tanque de condensado (5 segundos)			
OBSERVACIONES: _____				

REALIZADO POR: _____ FIRMA: _____				
FECHA: _____				
*Nota: chequear cada actividad realizada con un ✓				

Fuente: Plan Maestro de Mantenimiento, MSPAS.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

3.1. Plan de Contingencia ante sismos, terremotos e incendios del Hospital Regional de Escuintla

Las contingencias se refieren a las ocurrencias de efectos adversos por situaciones no previsibles, de origen natural o antrópico, la ocurrencia de éstas contingencias pueden afectar la seguridad integral o la salud del personal y de terceras personas. Los tipos de accidentes y/o emergencias que podrían suceder dentro del centro hospitalario, han sido identificados y cada uno de ellos tendrá un componente de respuesta y control. El plan esquematiza las acciones que serán implementadas si ocurrieran contingencias, derivados de fenómenos meteorológicos en el área, como movimientos sísmicos e incendios.

3.1.1. Generalidades

Dentro de los objetivos de este plan de contingencia se pueden mencionar los siguientes:

- *Responder en forma rápida y eficiente ante cualquier emergencia que implique posibilidad de riesgo a la vida humana, la salud, manejando la emergencia con responsabilidad y métodos específicos, identificando los peligros, evaluando y minimizando los riesgos potenciales, mediante procedimientos adecuados que protejan a los involucrados.*

- *Capacitar y entrenar constantemente al personal mediante cursos, charlas, seminarios y prácticas de entrenamiento, simulacros, así como mediante la actualización frecuente de los procedimientos de trabajo. Así mismo capacitando al personal encargado del Plan de Contingencia en técnicas modernas, para controlar en forma oportuna y adecuada cualquier emergencia, evitándola o minimizándola.*

3.1.2. Organización del sistema de respuesta a contingencias

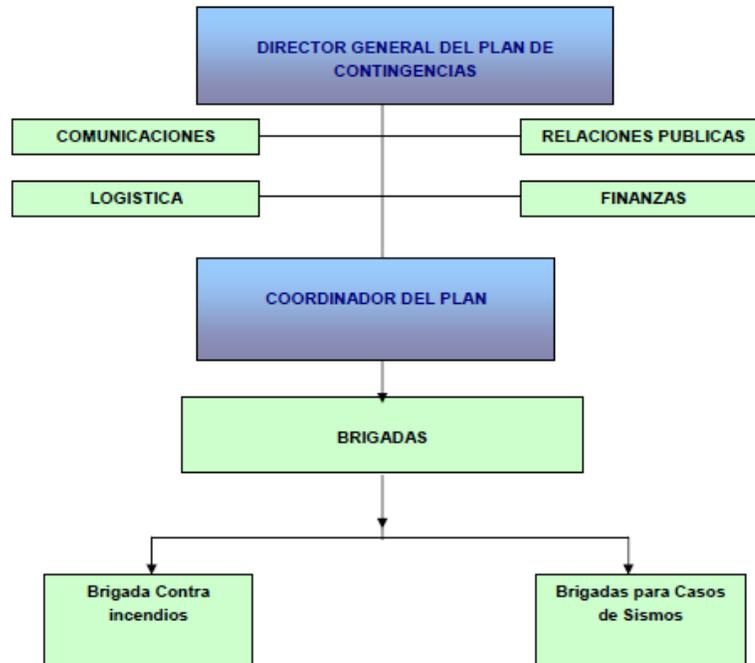
La organización se encuentra conformada, por el equipo de personas responsables del control de cualquier contingencia ocasionada dentro del Hospital Regional de Escuintla.

Esta organización permite definir las responsabilidades y funciones que prevean, controlen y mitiguen contingencias, para que la labor sea realizada coordinada y eficientemente. La organización se encuentra conformada por los siguientes componentes:

- *Director del Plan de Contingencias*
- *Coordinador del plan*
- *Brigadas*
- *Comunicaciones*
- *Relaciones públicas*
- *Logística*
- *Finanzas*

En la figura 27, se muestra el esquema organizacional de contingencias del Hospital Regional de Escuintla.

Figura 27. **Esquema organizacional de contingencias**



Fuente: elaboración propia.

3.1.3. **Formación y organización de brigadas capacitación y simulacro**

Las brigadas son las encargadas de las acciones de respuesta, se integran con personal del departamento de mantenimiento del centro hospitalario quienes cumplirán con los lineamientos y recomendaciones del jefe del departamento, está conformada por 2 brigadas especializadas:

- *Brigada contra incendios*
- *Brigada para caso de sismos y terremotos*

En la tabla XV, se describen las funciones principales de las brigadas especializadas del hospital regional.

Tabla XV. Funciones principales de las brigadas especializadas del Hospital Regional de Escuintla

Brigada contra incendios	Brigada casos de sismos y terremotos
Se establecerá una Brigada General contra Incendios formada por personal de cada una de las áreas del hospital.	Sus integrantes estarán distribuidos en cada una de las instalaciones del centro hospitalario.
Los integrantes de la brigada contra incendios, recibirán la capacitación y entrenamiento respectivo.	Su función es orientar a las personas durante la evacuación, manteniendo la calma.
Su intervención oportuna y eficaz en los primeros minutos de producido el incendio, es vital para el control.	Recibirán la capacitación y entrenamiento respectivo.
La brigada contra incendio del centro hospitalario debe de disponer de todos los equipos y maquinarias necesarias para combatir incendios.	Todo el personal recibirá capacitación e información sobre los riesgos asociados a su área y asociado al trabajo que realicen.
Los temas a tratar en las capacitaciones y entrenamientos de la brigada, serán las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Teoría, química, elementos, propagación y clases de fuego. • Métodos de extinción, equipos de protección, equipos de extinción de incendios y como utilizarlos. 	Los temas en la capacitación y entrenamiento son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Primeros auxilios y manejo de equipos de primeros auxilios. • Atención en caso de quemaduras, caídas, fracturas, hemorragias, RCP, etc. • Método PAS: proteger, avisar y socorrer.

Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Medidas de contingencia frente a sismos y terremotos

Un terremoto es un temblor súbito de la tierra, que se produce debido al choque de las placas tectónicas y a la liberación de energía en el curso de una reorganización brusca de materiales de la corteza terrestre, al superar el estado de equilibrio mecánico.

Pueden causar que los edificios y los puentes se derrumben, las líneas telefónicas y de electricidad se caigan y pueden resultar en incendios, explosiones y derrumbes de tierra. Los terremotos, también pueden causar inmensas olas en el océano llamadas tsunamis o maremotos, que viajan largas distancias sobre el agua hasta que rompen en áreas costeras.

- *Medidas preventivas*
 - *Reparar deterioros de la infraestructura*
 - *Asegurar objetos pesados que puedan caer desde altura*
 - *Sacar objetos que puedan caer de altura*
 - *Sacar objetos que al caer puedan obstruir pasillos*
 - *Anclar a los muros bibliotecas y muebles que puedan tumbarse*
 - *Determinar el lugar más seguro y adecuado para protegernos*
 - *Determinar zona de seguridad externa al recinto*
 - *Disponer de una linterna a pilas y lámparas de emergencia*

- *¿Qué hacer durante un terremoto?*
 - *Desconectar o apagar artefactos encendidos, eléctricos o de gas*

- *Permanecer bajo vigas, pilares, muebles o lugares de seguridad preestablecidos.*
 - *Procurar estar lejos de ventanales o puertas de vidrio*
 - *Si ya está en el exterior aléjese de murallas altas, postes de alumbrado eléctrico y árboles altos.*
 - *Mantener la calma y la de los demás (no corra, no grite)*
 - *Cortar suministro de gases y agua*
 - *Evitar encender fósforos, encendedores o velas ante eventuales fugas de gas.*
 - *Ante el aviso de evacuación del recinto seguir las instrucciones: salir con paso rápido, por las vías de evacuación señaladas hasta la zona de seguridad preestablecida (no corra), servir de guía a pacientes, usuarios y visitas.*
- *¿Qué hacer después de un terremoto?*
 - *Evacuar solo si así se dispone*
 - *Ayudar a personas que tengan alguna dificultad*
 - *No regresar hasta que se autorice*
 - *Verificar focos de incendios, escapes de gas o fallas eléctricas*
 - *Realizar solo llamados telefónicos indispensables*
 - *Entrar a su servicio previa verificación de las condiciones de seguridad de las estructuras por parte del Departamento de Mantenimiento y con la autorización de su jefatura inmediata.*

3.1.5. Medidas de contingencia para la ocurrencia de incendios

Se encuentran vinculadas aquellas áreas con probabilidad de ocurrencia, como almacenes de maquinarias, combustibles y lubricantes. Con la finalidad de responder eficazmente al evento se tomará las siguientes consideraciones:

- *Capacitar a todo el personal sobre los procedimientos tales como alarmas, ubicación de equipos, directorio telefónico.*
- *El directorio telefónico para la comunicación interna, se ubicará en lugares visibles.*
- *Los extintores son herramientas importantes, por ello un mantenimiento con inspecciones bimensuales, cumpliendo con las recomendaciones del fabricante, obtendrá un óptimo funcionamiento que será registrado.*
- *Los extintores serán ubicados en lugares accesibles.*

Estas medidas tienen 3 tipos de consideraciones:

- *Consideraciones generales*
 - *Colocar en lugar visible los planos de distribución de los equipos contra incendios.*
 - *Los equipos deben recibir un mantenimiento para su correcta operación.*
 - *Los equipos deberán ser los suficientes previendo ocurrencias de incendios.*
 - *Los equipos contra incendio serán ubicados en lugares accesibles*
 - *Los almacenes deberán disponer de un recipiente de arena seca*

- *Se realizarán simulacros, capacitaciones a los trabajadores sobre el manejo del equipo contra incendios a cargo de la brigada contra incendios.*

- *Consideraciones durante el incendio*
 - *Mantener la calma*
 - *Determinar el tipo de fuego, proceder al uso del equipo respectivo*
 - *Avisar a la brigada contra incendio*
 - *Colaborar con la brigada*

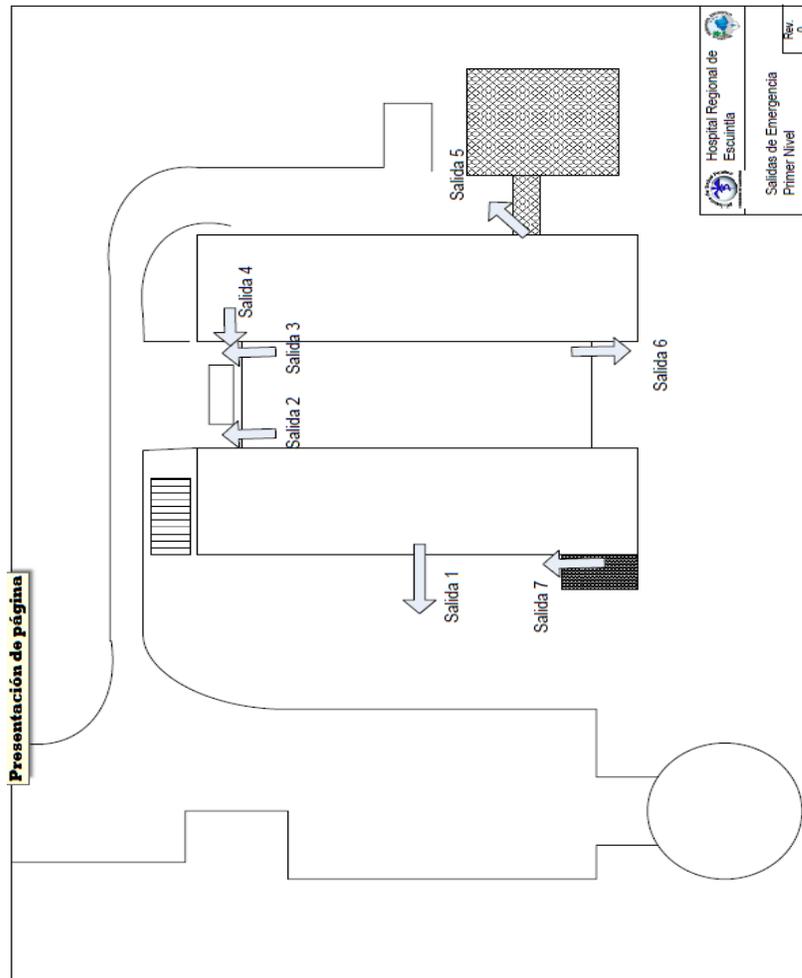
- *Consideraciones después del incendio*
 - *Evitar la circulación en el área siniestrada*
 - *Analizar las causas que ocasionaron el incendio*
 - *Evaluar los siguientes*
 - *Estrategia utilizada*
 - *Daños ocasionados*
 - *Actuación del personal al inicio*
 - *Actuación de la brigada*

Con ello se prepara el informe con sugerencias que permitan corregir y mejorar las acciones de respuesta.
 - *El ingreso al área se realizará cuando el coordinador del Plan de Contingencia lo notifique*

3.1.6. Planos rutas de evacuación en caso de sismos, terremotos, incendios

En la figura 28, se muestra la ruta de evacuación propuesta en este plan, corresponde al primer nivel del centro hospitalario.

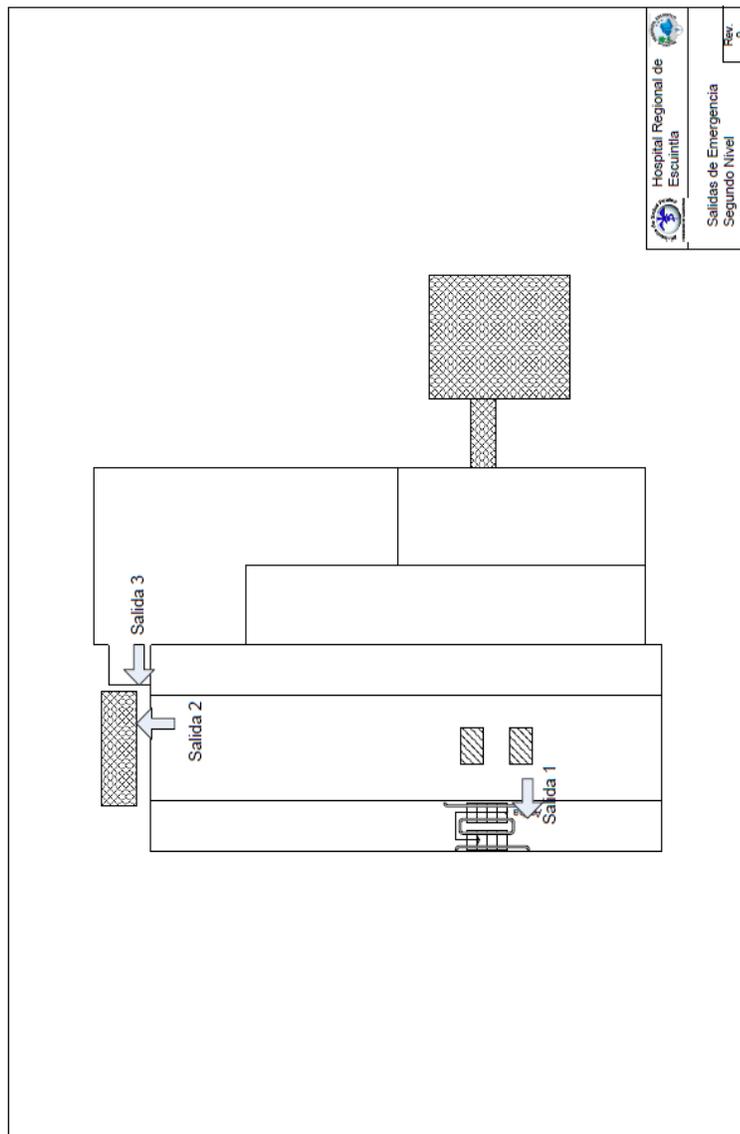
Figura 28. Rutas de evacuación primer nivel



Fuente: Plan contingencia Hospital Regional de Escuintla.

En la figura 29, se muestra la ruta de evacuación propuesta para el segundo nivel del centro hospitalario.

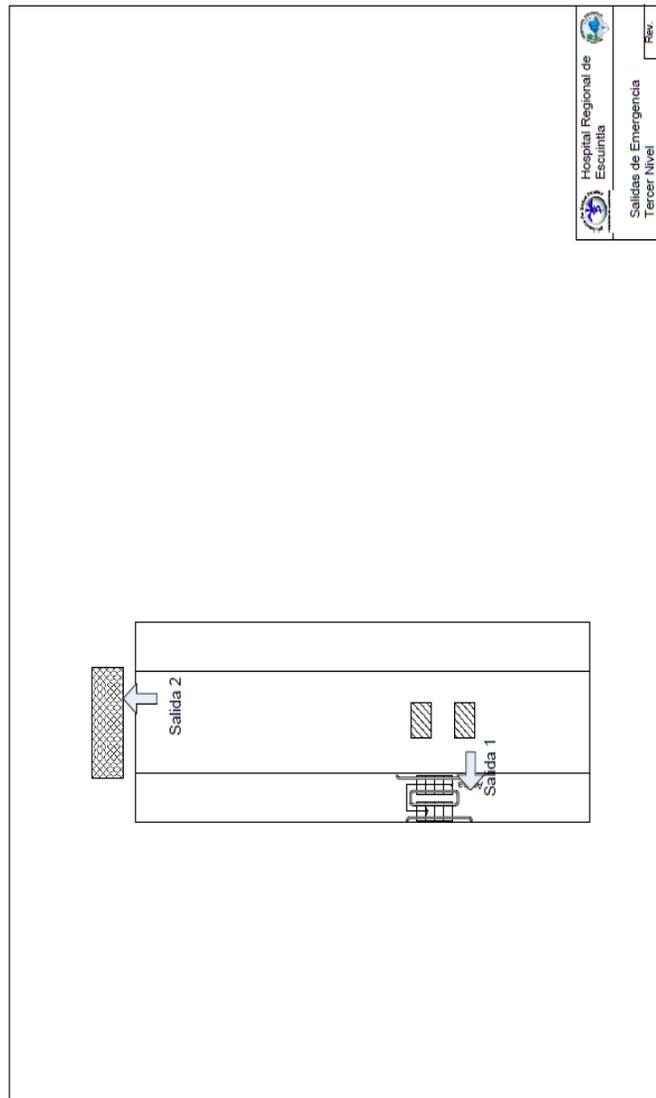
Figura 29. **Rutas de evacuación segundo nivel**



Fuente: Plan contingencia Hospital Regional de Escuintla.

En la figura 30, se muestra la ruta de evacuación para el tercer nivel del centro hospitalario.

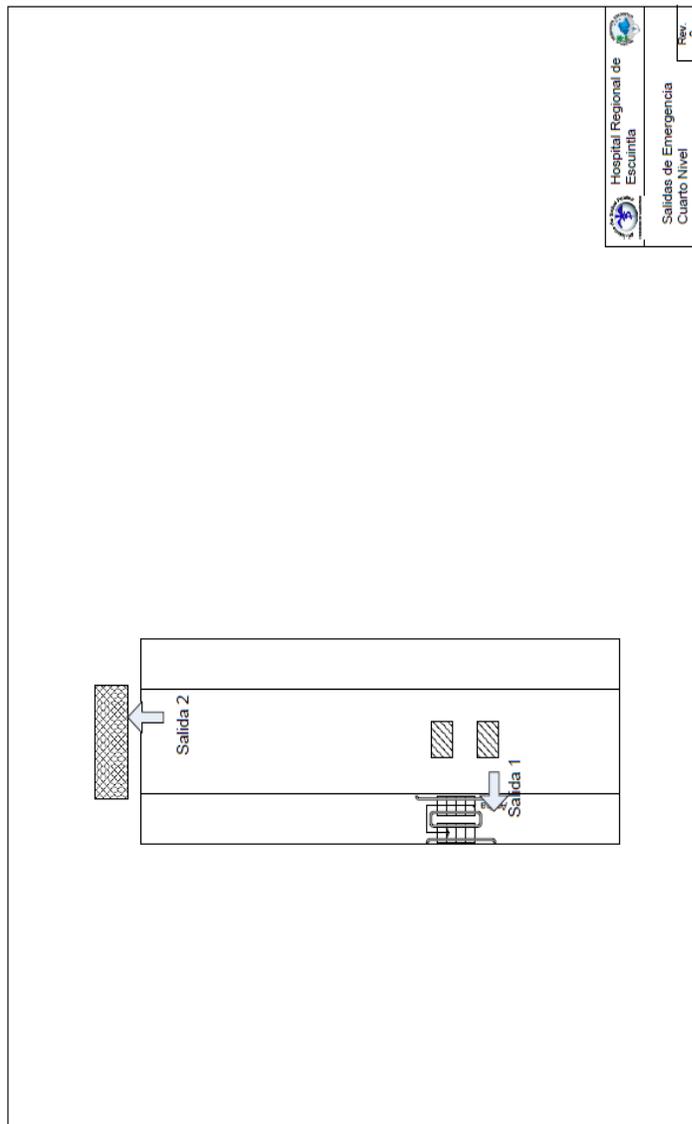
Figura 30. **Rutas de evacuación tercer nivel**



Fuente: Plan contingencia Hospital Regional de Escuintla.

En la figura 31, se muestra la ruta de evacuación para el cuarto nivel del centro hospitalario.

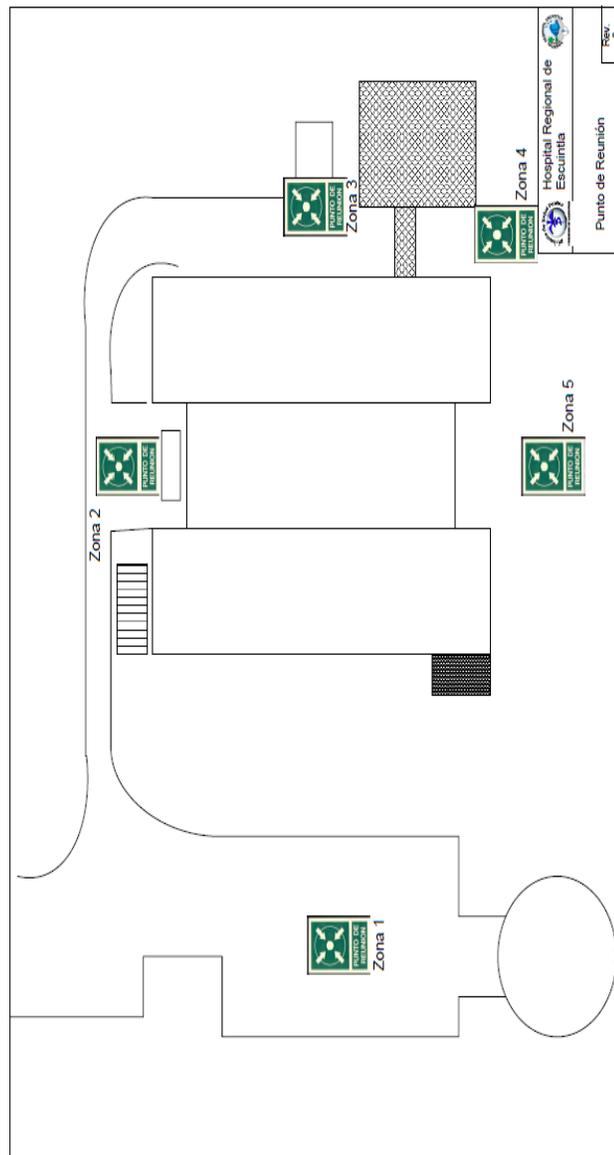
Figura 31. **Rutas de evacuación cuarto nivel**



Fuente: Plan contingencia Hospital Regional de Escuintla.

En la figura 32, se muestran las zonas de seguridad en caso de evacuación, propuesta en este plan del primer edificio del centro hospitalario.

Figura 32. **Planos zonas de seguridad en caso de evacuación**



Fuente: Plan contingencia Hospital Regional de Escuintla.

4. FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

4.1. Capacitación al personal técnico de mantenimiento del Hospital Regional de Escuintla

Se desarrolló e impartió la capacitación sobre la implementación del plan de mantenimiento, la introducción de las Normas ISO 9001:2008 y su aplicación dentro del plan, este fue el punto de partida al personal de mantenimiento del centro hospitalario

4.1.1. Capacitación sobre la implementación del nuevo proceso y de los programas de mantenimiento

A continuación se detalla el contenido de la capacitación impartida

- *Introducción a la Norma ISO 9001:2008*
- *Definición de política de calidad*
- *Definición de objetivos de gestión*
- *Definición de mantenimiento*
- *Tipos de mantenimiento*
- *Definición de acciones correctivas y preventivas*
- *Aplicación de la Norma ISO 9001:2008, dentro del plan de mantenimiento del Hospital Regional de Escuintla.*
- *Implementación del plan de mantenimiento*
- *Implementación del manual y programas de mantenimiento*

- *Implementación de los procedimientos y formatos de rutinas de mantenimiento.*

Al finalizar la capacitación se procedió a realizar una prueba para poder calificar al personal.

CONCLUSIONES

1. *El sistema de distribución y protección de energía eléctrica del hospital (conductores y flipones), se encuentra en malas condiciones, debido a la antigüedad y la cantidad de adaptaciones que se han hecho.*
2. *No existe un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para el sistema eléctrico del hospital.*
3. *Los tableros de distribución y tableros secundarios del centro hospitalario, se encuentran al límite de su capacidad, provocando riesgos laborales, y la falta de continuidad del servicio eléctrico.*
4. *No existen los procesos necesarios para ejecutar mantenimientos correctivos y preventivos, por lo que es importante para la reducción de dichos mantenimientos.*
5. *No existen registros ni formatos de rutinas de inspección, por lo cual son necesarios para mantener un historial de mantenimientos, realizados a los equipos del centro hospitalario.*
6. *No existe un sistema de tierras por lo que es factible en cierto momento, fallas de equipo por una descarga electrostática, corto circuitos y desbalances.*

7. *Aplicando adecuadamente los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, se mejora la continuidad y eficiencia del servicio eléctrico del centro hospitalario.*

RECOMENDACIONES

1. *Llevar a cabo el rediseño de los sistemas de puesta a tierra y de pararrayos, verificando la resistencia a tierra de las instalaciones, por lo menos dos veces por año, con el fin de que los equipos de protección operen adecuadamente.*
2. *Adoptar como modelo las rutinas de mantenimiento que en este trabajo se proponen, e implementarlo a corto plazo, para garantizar el suministro de energía eléctrica.*
3. *Realizar las rutinas de mantenimiento propuesto en este trabajo para que sirva de apoyo en los procesos de certificación de las normas ISO 9001:2008 del Hospital Regional de Escuintla.*
4. *Concientizar a las autoridades del hospital, que el costo del mantenimiento correctivo es más alto que el costo del mantenimiento preventivo.*
5. *Es necesario la implementación del programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo para las calderas, tuberías de la red de vapor y accesorios.*
6. *Ejecutar el mantenimiento correctivo de la caldera 1, con el fin de alternar el funcionamiento entre las dos calderas existentes.*

BIBLIOGRAFÍA

1. *CUMMINS. Manual de Generador POWER GENERATION, Florida: Cummins,. p.*
2. *ISO. Norma Internacional ISO 9001:2008. 4a ed. Ginebra, Suiza: ISO, 2008.*
3. *Empresa Eléctrica de Guatemala. Normas para acometidas de servicio eléctrico. Guatemala: EEGSA, Empresa Eléctrica de Guatemala, 1998.*
4. *Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Plan Maestro de Mantenimiento. Guatemala: MINSAL, 2009. p.*
5. *———. Programa de Mantenimiento Preventivo Mecánico y Operación de Calderas. Guatemala: MINSAL,*

ANEXOS

Averías visibles en tableros del Hospital Regional de Escuintla



Fuente: Hospital Regional de Escuintla.