



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

## **CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL CENTRO MÉDICO MILITAR**

**Byron José Bonilla Chang**

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, febrero de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL  
CENTRO MÉDICO MILITAR**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**BYRON JOSÉ BONILLA CHANG**

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2012

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	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
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:

### **CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL CENTRO MÉDICO MILITAR**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha abril de 2011.



Byron José Bonilla Chang



Guatemala, 25 de noviembre de 2011  
REF.EPS.DOC.1509.11.11.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

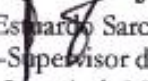
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Byron José Bonilla Chang** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. **200611494**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL CENTRO MÉDICO MILITAR"**.

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. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo  
EESZ/ra





Guatemala, 25 de noviembre de 2011  
REF.EPS.D.1079.11.11

Ing. Julio César Campos Paiz  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL CENTRO MÉDICO MILITAR"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Byron José Bonilla Chang** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

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-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. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la directora del Ejercicio Profesional Supervisado, E.P.S., al Trabajo de Graduación titulado CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL CENTRO MÉDICO MILITAR, del estudiante **Byron José Bonilla Chang**, procede a la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. Julio César Campos Paiz  
**DIRECTOR**



Guatemala, noviembre de 2011

JCCP/behdei

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la directora del Ejercicio Profesional Supervisado, E.P.S., al Trabajo de Graduación titulado CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL CENTRO MÉDICO MILITAR, del estudiante **Byron José Bonilla Chang**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Julio César Campos Paiz'.

Ing. Julio César Campos Paiz  
**DIRECTOR**



Guatemala, febrero de 2012

JCCP/behdei





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL CENTRO MÉDICO MILITAR**, presentado por el estudiante universitario **Byron José Bonilla Chang**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Ocampo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 28 de febrero de 2012.

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por darme las fuerzas y la sabiduría necesaria para poder llegar hasta este momento de mi vida, estoy seguro que sin él no lo hubiera logrado; porque me ha dado la vida y la salud para poder alcanzar mis logros.

### **Mis padres**

Byron Bonilla y Mildred de Bonilla, por su apoyo incondicional, su cariño, consejos, regaños y por brindarme los medios para poder culminar mi carrera universitaria.

### **Mis hermanos**

Carolina y Javier Bonilla, por ser parte de mi vida y también forman parte de este logro, pues de una manera u otra han estado allí y sé que cuento con ellos en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mis amigos**

Mi familia de combate, por su apoyo incondicional, consejos y por compartir momentos inolvidables durante el transcurso de la carrera.

### **Mi asesor y supervisor**

Ingeniero Edwin Sarceño, por su asesoría, el compartir sus conocimientos y apoyo durante el desarrollo del proyecto.

### **Jefe de la División de Ingeniería y Mantenimiento del Centro Médico Militar**

Coronel de Ingenieros Fernández Torres, por la atención, consejos y colaboración durante la realización del proyecto.

### **Centro Médico Militar**

Por abrirme las puertas y la colaboración de su personal, para la ejecución del proyecto.



# ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. GENERALIDADES .....	1
1.1. Centro Médico Militar .....	1
1.2. División de Ingeniería .....	1
1.3. Misión .....	2
1.4. Objetivos.....	2
1.5. Áreas y equipos .....	3
1.5.1. Departamento de electricidad y electrónica .....	4
1.5.2. Departamento mecánico industrial.....	5
2. PLAN PARA EMERGENCIAS Y DESASTRES INTERNOS Y EXTERNOS DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO DEL CENTRO MÉDICO MILITAR .....	9
2.1. Plan de emergencia .....	9
2.2. Lineamientos generales para la División de Ingeniería .....	10
2.2.1. Departamento de Control de Operaciones y Mantenimiento y Equipo.....	10
2.2.2. Personal institucional .....	10
2.3. Procedimiento operativo .....	11
2.3.1. Lineamientos generales .....	11

2.4.	Plan particular de emergencia y desastre interno de la División de Ingeniería y Mantenimiento del Centro Médico Militar .....	12
2.4.1.	Suposiciones .....	13
2.4.2.	Misión .....	13
2.4.3.	Ejecución .....	14
2.4.4.	Maniobra.....	14
2.4.5.	Apoyo aéreo .....	28
2.4.6.	Instrucciones de coordinación .....	28
2.5.	Plan particular de emergencia y desastre externo de la División de Ingeniería y Mantenimiento del Centro Médico Militar .....	30
2.5.1.	Unidades de apoyo.....	30
2.5.2.	Suposiciones .....	30
2.5.3.	Misión .....	31
2.5.4.	Ejecución .....	31
2.5.5.	Maniobra.....	32
2.5.6.	Instrucciones de coordinación .....	36
3.	CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL CENTRO MÉDICO MILITAR.....	41
3.1.	Objetivos para la implementación de un plan de mantenimiento .....	41
3.2.	Generalidades .....	41
3.3.	Objetivos básicos .....	42
3.4.	Tipos principales del mantenimiento .....	42
3.4.1.	Preventivo.....	43
3.4.2.	Correctivo .....	43
3.5.	Servicio y calidad.....	43
3.5.1.	Servicio.....	44
3.5.2.	Calidad .....	44

3.6.	Escalones de mantenimiento .....	47
3.6.1.	Inspección periódica .....	47
3.6.2.	Preservación progresiva .....	48
3.6.3.	Preservación total .....	49
3.7.	Parámetros para la implementación de rutinas de mantenimiento en un equipo.....	50
3.7.1.	Datos técnicos del equipo .....	51
3.7.2.	Especificaciones y recomendaciones del fabricante .....	51
3.7.3.	Análisis del funcionamiento de un equipo y componentes .....	51
3.7.4.	Generalización de componentes de los equipos.....	52
3.7.5.	Tiempos de realización de servicio a componentes.....	53
3.8.	Rutina de mantenimiento .....	53
3.8.1.	Aspectos a cubrir en la realización de una rutina de mantenimiento .....	55
3.9.	Historial de averías de equipos.....	59
3.10.	Control del mantenimiento .....	64
3.10.1.	Inspección.....	65
3.10.2.	Supervisión .....	65
3.10.3.	Fichas de control.....	65
3.10.4.	Inventario técnico .....	66
3.10.5.	Codificación de equipos .....	70
4.	COMPONENTES COMUNES EN EQUIPOS EN GENERAL Y RECOMENDACIONES VARIAS .....	79
4.1.	Chequeos varios a calderas .....	79
4.2.	Plantas electrógenas .....	80
4.3.	Motores eléctricos.....	81
4.4.	Alineación de ejes.....	85

4.5.	Rodamientos .....	87
4.6.	Acoplamientos .....	91
4.7.	Engranajes y cajas reductoras .....	92
4.8.	Válvulas de control .....	95
4.8.1.	Trampas de vapor.....	96
4.8.2.	Válvulas solenoides .....	99
4.9.	Equipos de bombeo.....	100
4.10.	Lubricación .....	104
4.11.	Recomendaciones varias .....	105
4.11.1.	Conexiones eléctricas.....	105
4.11.2.	Tuberías .....	106
4.11.3.	Reguladores de presión.....	106
4.11.4.	Filtros .....	106
4.11.5.	Poleas.....	107
4.11.6.	Fajas y cadenas.....	107
4.11.7.	Serpentines (radiadores) .....	108
4.11.8.	Rejillas de seguridad .....	108
4.11.9.	Manómetros.....	108
4.11.10.	Apriete de tornillos .....	109
CONCLUSIONES.....		111
RECOMENDACIONES .....		113
BIBLIOGRAFÍA.....		115



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Estructura organizacional.....	3
2. Área de clasificación Triage.....	39
3. Diagrama efecto del mantenimiento sobre la vida útil y capacidad operativa de la infraestructura física del hospital.....	45
4. Factores que intervienen en el proceso de planificación del mantenimiento de establecimiento de salud.....	46
5. Tipos de desgaste.....	105

### TABLAS

I. Formato rutina de mantenimiento.....	58
II. Formato para el chequeo del cumplimiento de rutinas.....	59
III. Formato para el historial de reparaciones mayores.....	61
IV. Historial de reparaciones menores.....	63
V. Formato para fichas de control.....	66
VI. Formato para inventario de equipo.....	69
VII. Código por departamento.....	71
VIII. Código por sección.....	71
IX. Código para ubicación de equipos.....	73
X. Código por especie de máquina.....	75
XI. Posibles fuentes de falla en motores eléctricos.....	83
XII. Causas comunes de fallas en cojinetes.....	90
XIII. Fallas comunes en engranajes y cajas reductoras.....	94

XIV. Fallas comunes en trampas de vapor..... 98  
XV. Fallas comunes en válvulas solenoides..... 99  
XVI. Posibles fallas y soluciones en equipos de bombeo..... 102

## GLOSARIO

<b>Aislante térmico</b>	Recubrimiento de fibra de vidrio, espuma o de otro material, dependiendo la aplicación, diseñado para evitar la pérdida de calor durante un proceso.
<b>Anclaje</b>	Elemento mecánico diseñado para la fijación o sujeción de maquinarias, estructuras, tuberías, y otros.
<b>Bombas</b>	Transformadores de energía que reciben energía de un motor eléctrico o de combustión interna y la convierte en energía que un fluido adquiere en forma de presión o velocidad.
<b>Caldera</b>	Aparato donde se aprovecha la energía potencial de un combustible al transformarla en energía calórica, mediante el calentamiento de un fluido, agua o aire, que circula por ella.
<b>Desgaste</b>	Erosión de material sufrida por una superficie sólida por acción de otra superficie.
<b>Grupo electrógeno</b>	Máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna.

<b>Manómetro</b>	Instrumento de medición diseñado para la lectura de presiones en recipientes cerrados o líneas de flujo en puntos en específico.
<b>Máquina</b>	Conjunto de mecanismos funcionando coordinadamente para dirigir, regular o transformar energía para brindar un determinado servicio.
<b>Mecanismo</b>	Conjunto de elementos mecánicos que funcionan coordinadamente para la realización de un trabajo o movimiento en específico.
<b>Tiempo muerto</b>	Período durante el cual un equipo permanece sin funcionar en un proceso.
<b>Triage</b>	Método de la medicina de emergencias y desastres para la selección y clasificación de los pacientes basándose en las prioridades de atención, privilegiando la posibilidad de supervivencia, de acuerdo a las necesidades terapéuticas y los recursos disponibles.
<b>Turbina</b>	Elemento mecánico giratorio diseñado para desplazar fluidos.
<b>Sae</b>	<i>Society of Automotive Engineer</i> . Clasifica los aceites lubricantes de acuerdo a su viscosidad.

**Vida útil**

Plazo durante el cual una máquina o equipo conserva su capacidad de utilización, establecido por el fabricante.

**Viscosidad**

Propiedad de los fluidos en cuanto a la resistencia que éstos tienen al movimiento.



## **RESUMEN**

Es de vital importancia darle mantenimiento a los equipos de un centro asistencial, ya que en éste se verá reflejada la calidad del servicio que se presta dentro de las instalaciones.

El control del mantenimiento abarca la realización de inspecciones periódicas previamente planificadas para verificar el cumplimiento de rutinas de mantenimiento, clasificación de los equipos por medio de un inventario técnico, codificación de equipos para una correcta identificación, fichas de control y la recopilación de datos para el historial de averías de los equipos, el cual servirá para la realización de récord y estadísticas para la toma de decisiones en cuanto a reparación o reemplazo de componentes de los equipos, hasta el cambio completo del mismo.

Para la realización de las rutinas de mantenimiento deben establecerse ciertos parámetros, iniciando con el conocimiento de las recomendaciones de los fabricantes de los equipos, recursos que se tienen a disposición, estandarización de procedimientos en componentes que son comunes para el cálculo promedio de tiempos para la realización de los servicios, entre otros.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar un diagnóstico sobre el sistema total de mantenimiento, controles y rutinas de mantenimiento para los diferentes equipos que se encuentran bajo la responsabilidad de la División de Ingeniería y Mantenimiento del Centro Médico Militar.

### **Específicos**

1. Identificar y ubicar los equipos existentes en el Centro Médico Militar.
2. Realizar la codificación de los equipos del Centro Médico Militar.
3. Realizar rutinas de mantenimiento para los diferentes equipos del Centro Médico Militar.
4. Actualizar el plan de emergencia y desastre interno y externo de la División de Ingeniería del Centro Médico.

## **JUSTIFICACIÓN**

El Centro Médico Militar es una institución que brinda servicios para la salud en todos los niveles que requieren atención médica, por tal motivo es necesario e imperante el funcionamiento de todos los equipos que dan soporte a esta actividad, no siendo aceptable que éstos se encuentren inhabilitados o fuera de servicio por falta de una programación o la aplicación de adecuadas rutinas de mantenimiento. Actualmente, no existe un registro o historial de fallas de los equipos ni procedimientos para la realización de servicios de mantenimiento, por lo que es necesario organizar un archivo, el cual contendrá la información necesaria del equipo en lo que respecta a codificación, inventario, rutinas de mantenimiento y procedimiento para la realización de las mismas; incluirá también el número de formulario que debe llenarse para llevar un control de la realización de los servicios de mantenimiento, lo que redundará en un mejor funcionamiento del equipo existente.

### **JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

Desarrollando lo antes descrito, se tendrá una mejora en el funcionamiento, aumento del rendimiento de los equipos y un mejor producto final.

### **JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

Debido a la falta de un control en el mantenimiento de los equipos, el Centro Médico Militar realiza gastos de reparaciones, sin tomar en cuenta si dichos costos sobrepasan el valor de recuperación de los mismos.

## **JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

La atención de los clientes es el objetivo, la conservación de los equipos en buen estado es la clave, para poder brindar un servicio de calidad; razón importante para la implementación de un plan en la aplicación del mantenimiento, el cual se traducirá en un buen desempeño de la maquinaria, incidiendo, lógicamente, en el reflejo de un buen servicio, que bajo la óptica del usuario, generará un grado alto de satisfacción, redundando en una mayor demanda de los servicios por parte de la población.



## INTRODUCCIÓN

El funcionamiento de los equipos de un hospital: equipos médicos, ventilación, equipos de cocina, lavandería, generación, entre otros, es de vital importancia, ya que de ellos depende la realización de actividades necesarias, para proporcionar un servicio de calidad estipulado.

Como en cualquier institución, se presentan complicaciones por falla de equipos, debido a varias causas: falta de un control en el mantenimiento, mala operación, finalización de su tiempo de vida útil, fallas en el sistema eléctrico o vapor, entre otros; y el Centro Médico Militar no es la excepción.

En la realización del mantenimiento se toman en cuenta varios factores, entre los más importantes: la calidad del servicio como elemento primordial, situación económica en lo que se refiere a costos de mantenimiento y vida útil del equipo.

Con la aplicación de rutinas de mantenimiento, puede realizarse una mejor administración, referente al control, historial, procedimientos, estimado de tiempos para la ejecución y cantidad de personal necesario para brindarlos, y con éstos reducir costos, tiempo y brindar un servicio eficiente y eficaz.

Es necesaria la planificación de las respectivas rutinas de mantenimiento, las cuales dependerán del tipo de equipo, su disponibilidad, personal, tiempo y prioridad según necesidades al prestar servicios. Esto se llevará a cabo por pasos, iniciando con la codificación e inventario de los equipos, organizándolos por departamentos, áreas, ubicación, tipo y cantidad de los mismos.

Al mismo tiempo se realizará la actualización del plan para emergencias y desastres internos de la División de Ingeniería y Mantenimiento, ya que, Guatemala, por su ubicación, características geográficas y topográficas, es un país de alto riesgo en cuanto a desastres naturales.

# **1. GENERALIDADES**

El Centro Médico Militar está organizado por divisiones, los cuales tienen funciones específicas dentro del centro hospitalario. La División de Ingeniería y Mantenimiento juega un papel importante, ya que de éste depende el funcionamiento, de equipos e infraestructura de la institución.

## **1.1. Centro Médico Militar**

Es una empresa del Ministerio de la Defensa nacional, encargado de brindar servicios de salud, tanto a personal militar como civil, clasificado como uno de los mejores hospitales del Estado; en algunas ocasiones en alianzas con centros hospitalarios del Estado y otras instituciones de salud de la iniciativa privada.

## **1.2. División de Ingeniería**

Es la encargada de maximizar la disponibilidad de los recursos físicos, técnicos y de equipo. La organización de la División de Ingeniería, está diseñada para tener la capacidad administrativa de delegar responsabilidades para adecuarse a nuevas necesidades de especialización, tomando en cuenta que el avance tecnológico de la atención médica en los últimos y en los próximos años, ha sido y será sumamente cambiante.

El logro de los objetivos se encuentra bajo la responsabilidad del Jefe de División, quien traslada los lineamientos direccionales a seguir.

La División de ingeniería trabaja bajo el concepto de administración por objetivos, de aquí se definen cuatro metas organizacionales claramente identificables, ubicándolas administrativamente como Departamentos, siendo ellos:

- Departamento de planeación y control de operaciones
- Departamento de obra civil
- Departamento de electricidad y electrónica
- Departamento de equipo y mobiliario

### **1.3. Misión**

“Maximizar la disponibilidad de los equipos, fluidos y energéticos para la atención de pacientes del Centro Médico Militar, preservando la instalación física en condiciones de funcionamiento económico, confiable y seguro, minimizando su deterioro.”

### **1.4. Objetivos**

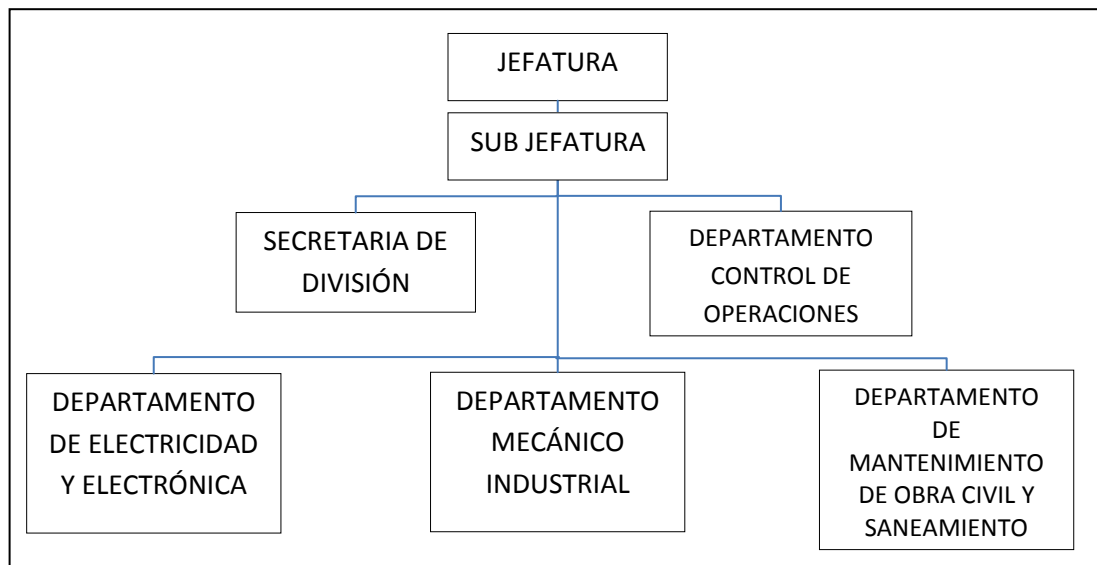
Como parte fundamental dentro de la organización del Centro Médico Militar, fue creada la División de Ingeniería para cumplir con los siguientes objetivos:

- Garantizar la disponibilidad de los equipos, fluidos y energéticos para la atención de pacientes, preservando la instalación física en condiciones de funcionamiento económico, confiable y seguro, minimizando su deterioro.



- Ser partícipe efectivo del éxito de las demás divisiones del Centro Médico Militar, y recíprocamente éstas coadyuven a la de Ingeniería en alcanzar la finalidad para la cual fue creada.

Figura 1. **Estructura organizacional**



Fuente: elaboración propia.

### 1.5. **Áreas y equipos**

La División de Ingeniería se subdivide en 4 departamentos los cuales se especializan según las áreas que las conforman.

## **1.5.1. Departamento de electricidad y electrónica**

Éste se divide en:

### **1.5.1.1. Sección de potencia**

Se encarga de velar por el suministro de energía eléctrica a través de los siguientes sistemas y equipos:

- Diez subestaciones eléctricas de alto voltaje
- Dos plantas eléctricas de 750 KVA
- Red de iluminación exterior de calles y parqueos
- Red de iluminación interior a todos los servicios
- Red de fuerza interior a todos los servicios

### **1.5.1.2. Sección de comunicaciones**

Responsable del suministro de señales electrónicas a través de los siguientes sistemas y equipos:

- Red telefónica
- Red de voceo
- Red de cable televisión
- Sistemas de llamado de enfermeras
- Sistema de sonido, audiovisual y timbrado
- Elevadores

### **1.5.1.3. Sección de equipo médico electrónico**

Le corresponde el mantenimiento del área Biomédica a los siguientes sistemas y equipos:

- Equipos de rayos X
- Equipos de ultrasonido
- Equipos de intensivo
- Equipos de sala de operaciones
- Equipos clínicos
- Equipos de pacientes estacionarios (recién nacidos y hemodiálisis)
- Equipos analizadores de laboratorio y banco de sangre

### **1.5.2. Departamento mecánico industrial**

Éste se divide en:

#### **1.5.2.1. Sección de generación de vapor**

- Provee vapor a las siguientes secciones:
  - Lavandería
  - Cocina
  - Central de equipo
  - Agua caliente a todos los servicios
  - Mantenimiento preventivo y de avería a la red de distribución de vapor y agua caliente

- Equipos asignados:
  - Tres calderas, equipos auxiliares y sistemas de control
  - Tres tanques de agua caliente
  - Tres tanques de 6000 galones para almacenamiento de búnker y seis bombas
  - Un tanque de 6000 galones para el almacenamiento de diesel y dos bombas para el mismo combustible
  - Un incinerador

#### **1.5.2.2. Sección de refrigeración y aire acondicionado**

Realiza reparaciones menores y supervisa el mantenimiento preventivo que proporciona la empresa contratada a equipos de aire acondicionado, asimismo como proporciona mantenimiento preventivo a refrigeradoras y equipos frigoríficos.

Equipo bajo su responsabilidad:

- Siete cuartos fríos
- Cinco refrigeradoras verticales
- Un gabinete de helado
- Tres máquinas para hacer hielo
- Cuatro congeladores y dieciocho refrigeradoras de gabinete
- Cuatro refrigeradoras de sangre
- Un refrigerador de cadáveres
- Dos refrigeradores de laboratorio
- Ciento cuarenta ventiladores y extractores
- Equipos de aire acondicionado de azotea

- Tres equipos de aire acondicionado tipo ventana

### **1.5.2.3. Sección de gases médicos**

Responsable de mantener los compresores de aire médico, bombas de vacío y equipos de gases médicos en buen estado, como también la red de distribución y tomas en los servicios. Esta sección se encarga de coordinar el llenado del tanque criogénico de oxígeno y de los cilindros de gases médicos.

Proporciona mantenimiento preventivo y reparación al siguiente equipo:

- Diez bombas de vacío
- Cuatro compresores de aire médico
- Tres *manifold* de oxígeno de 28 cilindros
- Un depósito de oxígeno líquido, 1500 galones
- Un *manifold* de nitrógeno de 10 cilindros
- Un *manifold* de óxido nitroso de 10 cilindros
- Ciento quince extinguidores
- Ochocientas treinta y cinco tomas de gases médicos

### **1.5.2.4. Sección equipo médico mecánico**

- Proporciona mantenimiento preventivo y de avería a equipos médicos mecánicos:
  - Sala de operaciones
  - Central de equipo
  - Odontología y odontopediatría
  - Medicina física

- Recién nacidos
  - Fórmulas lácteas
  - Cocina
  - Oftalmología y otros
- 
- Le brinda mantenimiento preventivo y de avería al siguiente equipo:
    - Diez de central de equipos
    - Diecinueve de lavandería
    - Ciento diez de cocina
    - Treinta y ocho de encamamiento
    - Veinticinco de consulta externa
    - Trece de recién nacidos
    - Catorce de odontología
    - Ocho de fórmulas lácteas
    - Veintiuno de oftalmología

## **2. PLAN PARA EMERGENCIAS Y DESASTRES INTERNOS Y EXTERNOS DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO DEL CENTRO MÉDICO MILITAR**

Por su ubicación y características, Guatemala es un país de alto riesgo en cuanto a desastres naturales geológicos, hidro-meteorológicos y socio-organizativos entre estos: terremotos, hundimientos, deslizamientos, huracanes, inundaciones, incendios, contaminaciones y epidemias, los cuales pueden considerarse como peligrosos o amenazas para este centro asistencial.

Por esta razón es importante la División de Ingeniería y Mantenimiento, ya que de ésta depende la satisfacción de las necesidades que demanda la atención de una catástrofe dentro del hospital. Para que éste pueda continuar prestando su servicio, y al mismo tiempo tener un control sobre suministros, fluidos, energéticos, servicios de saneamiento, entre otros, a fin de garantizar el funcionamiento de los equipos para reducir los daños a vidas humanas como la consecuencia de la ocurrencia de un evento adverso.

### **2.1. Plan de emergencia**

Un plan de emergencia busca decidir y prever en forma analítica y racional: acciones, actitudes y tareas a realizar en posibles riesgos, como desastres naturales y los generados por el hombre, tomando como base fortalezas y debilidades desde el punto de vista del antes, durante y después, asumiendo acontecimientos predecibles e impredecibles para un eficiente manejo de situación para lograr, la disminución de consecuencias indeseables.

El plan de emergencia debe ser efectivo, flexible, oportuno, impersonal y coordinado; durante la atención de una emergencia se suspende temporalmente la estructura orgánica formal de la institución y se reemplaza por una organización funcional.

Este documento debe considerarse como un instrumento práctico y operativo que facilite la toma de decisiones en emergencias generadas por eventos adversos y la gestión de la restauración de las actividades normales de la institución en el menor tiempo posible.

## **2.2. Lineamientos generales para la División de Ingeniería**

Debido a que el Centro Médico Militar se encuentra organizado por divisiones, cada una tiene a su cargo distintas funciones, a los cuales se les asignarán tareas específicas, según necesidades del Centro Médico en situación de emergencia.

### **2.2.1. Departamento de Control de Operaciones y Mantenimiento y Equipo**

Asignar a las personas responsables de asegurar el suministro efectivo de gases médicos, abastecimiento de agua potable, funcionamiento de corriente eléctrica o planta eléctrica de emergencia, vapor y comunicación.

### **2.2.2. Personal institucional**

- Reforzar el área de emergencia de adultos y sala de operaciones con personal suficiente.
- Prevenir accidentes por pisos mojados o sucios.



- Cumplir con las funciones de orden y limpieza, antes, durante y después de la emergencia.
- Colaborar con otros trabajos que se indiquen.
- El personal institucional nombrado para el servicio de emergencia de adultos, estará bajo las órdenes de la Supervisora de enfermería o la Enfermera Profesional, jefe del servicio.

### **2.3. Procedimiento operativo**

Para un mejor control se establecerán lineamientos para el personal de la División de Ingeniería concerniente a datos personales, acciones a tomar en situación de emergencia, puntos de reunión y actitudes por parte del personal.

#### **2.3.1. Lineamientos generales**

- Todo elemento de alta en el Centro Médico Militar al enterarse de una emergencia masiva o desastre nacional deberá hacerse presente en el término de la distancia, sin necesidad de ser llamado.
- La voz de alerta se hará internamente a través del sistema de altoparlantes, por lo que se distribuirá el sonido por medio de una sirena y a continuación las indicaciones verbales. Externamente será por medio de llamadas telefónicas al domicilio, clínica o por unidades de localización.
- Todo el personal de alta en el Centro Médico Militar está obligado en conocer cómo actuar en caso de emergencia y desastre.
- Cada elemento del personal que labora en el Centro Médico Militar, debe informar a su jefe inmediato superior, Oficina de Personal, Jefatura de

Servicio y Planta Telefónica, cualquier cambio de dirección, teléfono, medio de localización o transporte para situaciones de emergencia y desastre.

- La persona de mayor autoridad de un departamento y sección del Centro Médico Militar, que se encuentre presente en el momento de la emergencia, es el responsable de coordinar las acciones con su jefe inmediato superior y organizar e informar al personal y servicio a su cargo.
- Todo el personal está en la obligación de participar en simulacros o simulaciones y hacer sus comentarios y sugerencias por escrito a la sección de Desastres, canalizando esta información a través de su jefe inmediato superior.
- En caso de tener que presentarse todo el personal de la División de Ingeniería y Mantenimiento del Centro Médico Militar por alguna situación de emergencia, el punto de reunión será frente al edificio de la División de Ingeniería, a un costado de la subestación eléctrica; luego se realizará la distribución del personal a las diferentes áreas.
- En situación de emergencia y desastre cada uno debe cumplir con sus tareas específicas, pero debe estar dispuesto a realizar cualquier otro trabajo de acuerdo a sus conocimientos y experiencia, sea por nombramiento o por iniciativa propia.

#### **2.4. Plan particular de emergencia y desastre interno de la División de Ingeniería y Mantenimiento del Centro Médico Militar**

Procedimientos, acciones y actitudes a tomar por el personal que conforma la División de Ingeniería en situación de emergencia interna.

### **2.4.1. Suposiciones**

- Temblor o terremoto que dañe la estructura física de las instalaciones del Centro Médico Militar.
- Incendios provocados por rompimiento de tuberías de conducción de energía eléctrica o descuido del personal que labora en este centro asistencial (chispas que inicien explosión de gases industriales, tales como: gas propano, bunker o diesel).
- Inundaciones y deslaves por eventos adversos naturales.
- Inundaciones provocadas por rompimiento y fugas en las tuberías de abastecimiento de agua (caliente, tratada, de riego y potable).
- Contaminación por rompimiento en tuberías de aguas negras.
- Que ocurra un accidente dentro de las instalaciones del Centro Médico Militar, que tenga la categorización de emergencia y/o desastre.
- Grupos desafectos y/o contrarios a la institución, realicen un sabotaje a las instalaciones del Centro Médico Militar.

### **2.4.2. Misión**

“La División de Ingeniería del CMM estará en apresto para realizar operaciones de emergencia, a partir del día D a la hora H en las instalaciones de este centro hospitalario, para ayudar a reducir eficazmente las

consecuencias de una situación de emergencia y evacuaciones si fueran necesarias.”

### **2.4.3. Ejecución**

Para la ejecución del plan de emergencia y desastre interno por parte de la División de Ingeniería se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

- Organizar, definir funciones y capacitar al personal de la DIM para actuar antes, durante y después de una emergencia que afecte a pacientes, laborantes o instalaciones de este centro hospitalario.
- El personal de la División de Ingeniería del CMM deberá de estar preparado para proporcionar el auxilio, suministros y saneamiento necesarios, a fin de reducir las pérdidas de vidas humanas y evitar mayores daños materiales, así como evacuar parcial o totalmente sus instalaciones.

### **2.4.4. Maniobra**

La operación de atención, auxilio, disolución y evacuación intra-hospitalaria de emergencia, se llevará a cabo de la siguiente forma:

- Oficial supervisor: subdirector administrativo del CMM
- Oficial responsable: jefe de la División de Ingeniería y Mantenimiento
- Ejecutor específico: jefe del Departamento Mecánico Industrial

- Brigada contra incendios

Éstos tienen a su cargo el suministro de gases médicos, energéticos y vapor de los diferentes servicios del CMM.

- Equipo Alfa

- ✓ Técnico de sección de gases médicos
- ✓ Técnico de la sección de ascensores
- ✓ Siete institucionales de la sección de conserjería

Durante un incendio o después de sofocar los incendios, el equipo tiene a su cargo el suministro de gases médicos a los diferentes servicios del CMM, para lo cual ejecutará las siguientes tareas:

- ✓ Monitorear el equipo y la red de distribución de gases médicos.
- ✓ De existir fugas de oxígeno, verificar si es antes o después del *manifold* de distribución.
- ✓ Si la fuga es antes del *manifold*, abrir la llave de éste y cerrar la del oxígeno proveniente del tanque estacionario.
- ✓ Si la fuga es después del *manifold*, identificar los servicios afectados e informar a los jefes de los mismos y al jefe inmediato, para determinar si es necesario el cierre de las llaves.
- ✓ Ventilar el área.

- ✓ De existir fugas de aire médico o vacío, indicar los servicios afectados e informar a los jefes de los mismos y al jefe inmediato, para determinar si es necesario el cierre de las llaves.
  - ✓ El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.
- Equipo bravo
- ✓ Técnico de sección de calderas
  - ✓ Técnico de la sección de aire acondicionado
  - ✓ Cinco institucionales de sección de conserjería

El equipo tiene a su cargo el suministro de energéticos y vapor a los diferentes servicios del CMM, para lo cual ejecutará las siguientes tareas:

- ✓ Monitorear el equipo y red de distribución de energéticos y vapor.
- ✓ De existir fugas de gas propano, cerrar la llave del sector afectado e informar al jefe inmediato.
- ✓ De existir fugas de vapor cerrar las llaves de alimentación del sector e informar al jefe inmediato.

- ✓ El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección administrativa) distraerá funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.

En caso de conato de incendio, ambas brigadas deberán:

- ✓ Identificar el origen del incendio y hacerse acompañar del Técnico de tableros del equipo Bravo de la Brigada de Reparaciones Eléctricas.
- ✓ Identificar áreas dañadas de alto riesgo (Inflamables).
- ✓ Aislar las áreas aledañas de alto riesgo.
- ✓ Trasladar el equipo extintor al área afectada.
- ✓ Sofocar el incendio.
- ✓ Cuantificar volumen de daños.
- ✓ Informar al jefe inmediato.
- ✓ El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.

- Ejecutor específico: jefe del Departamento de Mantenimiento de Obra Civil
  - Brigadas de demolición de escombros

Encargados del área física del CMM.

➤ Equipo Alfa

- ✓ Técnico de sección de carpintería
- ✓ Especialista de sección de albañilería
- ✓ Especialista de sección de fontanería
- ✓ Dos técnicos de la sección de jardinería
- ✓ Dos institucionales de la sección de conserjería

El equipo tiene a su cargo el chequeo del área física del CMM, para lo cual ejecutará las siguientes tareas:

- ✓ Al momento de reunirse y reportarse con el jefe inmediato superior, efectuarán una evaluación de daños estructurales de todos los edificios que conforman el CMM.
- ✓ Informar al jefe inmediato superior el tipo, cantidad, ubicación y riesgos que presentan los hallazgos.
- ✓ Asesorar sobre la necesidad y riesgos posibles de una demolición.
- ✓ Efectuar trabajos de demolición indicados por el jefe inmediato.



- ✓ Ayudar al otro equipo en caso de necesidad.
  - ✓ El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.
- Equipo Bravo
- ✓ Técnico de sección de herrería
  - ✓ Especialista de sección de albañilería
  - ✓ Especialista de sección de fontanería
  - ✓ Dos técnicos de la sección de jardinería
  - ✓ Dos institucionales de la sección de conserjería

El equipo tiene a su cargo el chequeo del área física del CMM, para lo cual ejecutará las siguientes tareas:

- ✓ Al momento de reunirse y reportarse con el jefe inmediato superior, efectuarán una evaluación de daños estructurales de todos los edificios que conforman el CMM.
- ✓ Informar al jefe inmediato superior el tipo, cantidad, ubicación y riesgos que presentan los hallazgos.
- ✓ Asesorar sobre la necesidad y riesgos posibles de una demolición.
- ✓ Efectuar trabajos de demolición indicados por el jefe inmediato.

- ✓ Ayudar al otro equipo en caso de necesidad.
  - ✓ El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.
- Equipo de bombas de agua
- Técnico de sección de bombas 1
  - Técnico de sección de bombas 2

El equipo tiene a cargo el suministro de agua tratada, riego y potable, hacia todos los servicios del CMM, para lo cual ejecutará las siguientes tareas:

- Al momento de reunirse y reportarse a su jefe inmediato superior, deberán inspeccionar los tanques de agua.
- Inspeccionar las líneas de conducción sobre posibles fugas de agua.
- Efectuar el procedimiento operativo normal de llenado y tratamiento del agua.
- Informar al jefe inmediato sobre cualquier desperfecto y tomar las medidas preventivas al respecto, para asegurar el suministro del vital líquido.

- El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.

- Equipo de plomería

- Plomero 1
- Plomero 2
- Plomero 3

El equipo tiene a su cargo el buen funcionamiento de tuberías, tomas de agua y desagüe de las aguas servidas, para lo cual ejecutará las siguientes tareas:

- Al momento de reunirse y reportarse con el jefe inmediato superior, deberán inspeccionar la red de tuberías de agua por posibles fugas.
- Inspeccionar artefactos sanitarios sobre posibles fugas de agua.
- Reparación de cualquier tipo de fuga de agua de los sistemas.
- Después de haber inspeccionado todas las instalaciones y no existir fugas de agua, se reportará con el jefe inmediato superior.
- El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección

Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.

- Equipo de traslado

El equipo tiene a su cargo el desplazamiento de equipos y mobiliarios.

- Equipo Alfa

- ✓ Herrero
- ✓ Carpintero
- ✓ Dos jardineros

El equipo tiene a su cargo el desplazamiento de equipos y mobiliarios donde se reciba la orden de traslado, para lo cual ejecutará las siguientes tareas:

- ✓ Al momento de reunirse y reportarse a su jefe inmediato superior, deberán hacerse presentes al lugar del desplazamiento para trasladar equipo y mobiliario, donde indique el jefe del lugar.
- ✓ Efectuará los traslados en forma ordenada, rápida y segura, para evitar deterioro del mobiliario y equipo.
- ✓ Si no hay necesidad de traslado del equipo se reportará al jefe inmediato para asignación de nuevas tareas.

- ✓ El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.
  
- Equipo Bravo
  - ✓ Herrero
  - ✓ Carpintero
  - ✓ Un jardinero

El equipo tiene a su cargo el desplazamiento de equipos y mobiliarios donde se reciba la orden de traslado, para lo cual ejecutará las siguientes tareas:

- ✓ Al momento de reunirse y reportarse con el jefe inmediato superior, deberán hacerse presentes al lugar del desplazamiento para trasladar equipo y mobiliario a donde indique el jefe del lugar.
  
- ✓ Efectuará los traslados en forma ordenada, rápida y segura, para evitar deterioro del mobiliario y equipo.
  
- ✓ Si no hay necesidad de traslado del equipo se reportará al jefe inmediato, para asignación de nuevas tareas.
  
- ✓ El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección

Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.

o Equipo de evacuación

- Encargado de llaves
- Pintor 1
- Pintor 2

El equipo tiene a su cargo el movimiento de equipo y mobiliario, así como ayudar al personal que se encuentren aislado o desorientado, para lo cual ejecutará las siguientes tareas:

- Al momento de reunirse y reportarse con el jefe inmediato superior, deberán hacerse presentes al lugar de movimiento para evacuar equipo y mobiliario, donde indique el jefe de lugar.
- Efectuará los movimientos en forma ordenada, rápida y segura, para evitar daños a pacientes, deterioro del mobiliario y equipo.
- Si no hay necesidad de evacuación, en equipo reportará a su jefe inmediato superior, para asignación de nuevas tareas.
- El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.

- Ejecutor específico: jefe del Departamento de Electricidad y Electrónica.
  - Brigada de reparaciones eléctricas

Tienen a su cargo asegurar el suministro de energía eléctrica al CMM.

➤ Equipo Alfa

- ✓ Un técnico de sección de potencia y generación
- ✓ Dos institucionales de la sección de conserjería

El equipo tiene a su cargo asegurar el suministro de energía eléctrica al CMM, por lo cual ejecutará las siguientes tareas:

- ✓ Al momento de reunirse y reportarse con el jefe inmediato superior, deberán chequear que las plantas eléctricas estén en condiciones óptimas de operación y disposición.
- ✓ Verificar que las 10 subestaciones eléctricas con que cuenta el CMM estén en condiciones óptimas de operación y disposición, dándole prioridad a las subestaciones de Administración, Bloque Operatorio y Rayos X.
- ✓ De no existir fallas en todo el sistema eléctrico del CMM, el equipo reportará al jefe inmediato superior, para asignación de nuevas tareas.
- ✓ El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección

Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.

➤ Equipo Bravo

- ✓ Un técnico de electricidad y distribución
- ✓ Tres institucionales de sección de conserjería

El equipo tiene a su cargo el suministro de energía eléctrica a todos los servicios del CMM para lo cual deberán ejecutar las siguientes tareas:

- ✓ Al momento de reunirse y reportarse con el jefe inmediato superior, deberá chequear los centros de carga que abastecen las áreas afectadas dando prioridad a las áreas de Intensivo y Emergencia.
- ✓ Chequear los tableros de las áreas afectadas, dando prioridad a Intensivo y Emergencia, el encargado de tableros deberá de acompañar a los equipos Alfa y Bravo de la Brigada de Incendios.
- ✓ Chequear los centros de carga y tableros restantes.
- ✓ Prestar ayuda a los distintos servicios, proporcionando alternativas de suministro de energía, por medio de extensiones eléctricas.



- ✓ De no existir fallas en todo el sistema eléctrico del CMM el equipo se reportará con el jefe inmediato superior para asignación de nuevas tareas.
  - ✓ El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.
- Equipo Delta

- ✓ Un técnico de sección de electrónica
- ✓ Dos institucionales de sección de conserjería

El equipo tiene a su cargo asegurar las comunicaciones externas e internas del CMM, para lo cual deberán ejecutar las siguientes tareas:

- ✓ Al momento de reunirse y reportarse con el jefe inmediato superior, deberá asegurar la disponibilidad de líneas telefónicas directas.
- ✓ Chequear la correcta operación de la planta telefónica.
- ✓ Chequear el equipo de voceo interno.
- ✓ De no existir fallas en todo el sistema telefónico y de voceo del CMM el equipo se reportara a su jefe inmediato superior para la asignación de nuevas tareas.

- ✓ El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.

#### **2.4.5. Apoyo aéreo**

Se solicita a través del comité administrativo.

#### **2.4.6. Instrucciones de coordinación**

- La voz de alerta se recibirá por el sistema de altoparlantes y posteriormente la alarma general.
- El personal deberá tomar las acciones necesarias antes, durante y después de una emergencia.
- El punto de reunión estará ubicado en el área de seguridad de la División de Ingeniería.
- A todo el personal que esté fuera del Centro Médico se le comunicará para que se haga presente inmediatamente, conforme a la dirección y/o teléfono registrado.
- La asignación de tareas se hará conforme la especialidad de los equipos y prioridades de la situación existente.
- Las herramientas y equipos necesarios para el cumplimiento de las tareas asignadas estarán entregados a los jefes de equipos, en la bodega de la

DIM por el bodeguero y en la bodega de útiles de limpieza, por el jefe de institucionales, quienes anotarán en forma rápida lo que se entregue.

- Las llaves de salida de emergencia estarán en poder del encargado de llaves, quien compartirá las funciones con el resto del equipo de evacuación, para su rápida ejecución.
- La cadena de mando regirá en forma vertical empezando por los jefes de cada grupo, jefes de departamento, y otros.

La administración y logística se llevará a cabo de la forma siguiente:

- Administración
  - Transporte: se solicitarán los vehículos del CMM cuando sea necesario.
  - Servicios: el personal técnico e institucional de servicio dará apoyo inicial al control de desastre según su especialidad.
  - Hospitalización: atención continua al suministro de fluidos, energéticos a áreas que lo requieran.
- Logística

Los abastecimientos, a pedido conforme al procedimiento establecido.

Para comando y transmisiones se tomarán las direcciones siguientes:

- Comando

El puesto de comando estará ubicado en el edificio 31 (Dirección) del CMM, cualquier cambio se notificará con la debida anticipación.

- Transmisiones
  - Red telefónica
  - Uso de mensajería
  - Instrucciones operativas de transmisiones (IOT), en vigencia

## **2.5. Plan particular de emergencia y desastre externo de la División de Ingeniería y Mantenimiento del Centro Médico Militar**

Procedimientos, acciones y actitudes a tomar por el personal que conforma la División de Ingeniería en situación de emergencia externa.

### **2.5.1. Unidades de apoyo**

- Personal de las diferentes divisiones del CMM
- Personal de los diferentes departamentos de la Dirección del CMM

### **2.5.2. Suposiciones**

- Que el centro médico militar sea afectado por una emergencia y/o desastre natural a nivel departamental, regional y/o nacional.

- Si las necesidades de fluidos y energéticos del CMM sobrepasen la capacidad de la DIM.
- Que las necesidades de saneamiento de las áreas de clasificación Triage, monopolicen la atención del personal institucional.

### **2.5.3. Misión**

“La División de Ingeniería del CMM estará en apresto para realizar operaciones de emergencia, a partir del día D a la hora H en las instalaciones de este centro hospitalario, para ayudar a reducir eficazmente las consecuencias de una situación de emergencia externa, así como la demanda inusitada de suministros, fluidos energéticos y servicios de saneamiento.”

### **2.5.4. Ejecución**

Para la ejecución del plan de emergencia externa por parte de la División de Ingeniería se tomarán en cuenta los siguientes aspectos.

- Responsabilidad del Jefe de División: organizar, definir funciones y capacitar al personal de la DIM para actuar antes, durante y después de una emergencia y desastre exterior que afecte al Centro Médico Militar.
- Concepto de la operación: el personal de la División de Ingeniería del CMM deberá de estar preparado para proporcionar el auxilio de suministros necesarios y saneamiento, a fin de garantizar el funcionamiento de los equipos médicos y evitar contaminaciones, para reducir las pérdidas de vidas humanas.

### **2.5.5. Maniobra**

La operación de emergencia se llevará a cabo según el anexo A, área de clasificación Triage.

- Oficial supervisor: Subdirector Administrativo del CMM
- Oficial responsable: jefe de la División de Ingeniería y Mantenimiento
- Ejecutor específico: jefe del Departamento Mecánico Industrial
  - Equipo de control y distribución de energéticos
    - Técnico de sección de gases médicos
    - Técnico de la sección de ascensores
    - Técnico de la sección de calderas
    - Técnico de la sección de aire acondicionado

El equipo tiene a su cargo el suministro de energéticos, vapor y gases médicos a los diferentes servicios del CMM, para lo cual ejecutará las siguientes tareas:

- Monitoreo permanente del contenido y la red de distribución de energéticos y vapor.
- Monitoreo permanente del equipo que suministran energéticos, vapor y gases médicos.
- Al existir fugas, informar al jefe inmediato.

- Ejecutor específico: el Jefe del Departamento de Obra Civil y Saneamiento
  - Equipo de saneamiento
  - Jefe de institucionales
  - Jefes de grupos
  - Personal de institucionales

El equipo tiene a su cargo el saneamiento del área física del CMM, para lo cual ejecutará las siguientes tareas:

- Al momento de reunirse y reportarse con el jefe inmediato superior efectuarán un monitoreo permanente en el área de clasificación Triage, para determinar el volumen de las necesidades de saneamiento.
- El equipo de saneamiento para el área de clasificación Triage, estará conformado con el personal que labora en áreas administrativas.
- En el caso de mayor necesidad de saneamiento en el área de clasificación Triage, se continuará reforzando con personal que labora en los encamamientos.
- El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.

- Equipo de camilleros

- Un técnico de la sección de carpintería
- Dos especialistas de la sección de albañilería
- Dos especialistas de la sección de fontanería
- Tres técnicos de la sección de jardinería
- Dos técnicos de la sección de herrería

El equipo tiene a su cargo ayudar con las operaciones de traslado y la colocación de pacientes en el área de clasificación Triage, para lo cual ejecutará las siguientes tareas:

- Al momento de reunirse y reportarse con el jefe inmediato superior el jefe de grupo efectuará un monitoreo permanente en el área de clasificación Triage, para determinar el volumen de las necesidades de traslado.
- El equipo efectuará labores de traslado u colocación de pacientes, dirigido por el encargado de dichas áreas.
- El jefe del equipo determinará la necesidad de incrementar el número del grupo de camilleros, informando al jefe inmediato superior, para reforzarlo.
- Los refuerzos del equipo de camilleros se realizarán con el resto del personal de talleres y en último caso con personal técnico disponible.



- El equipo cumplirá las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo informar a su jefe inmediato superior.
- Ejecutor específico: jefe del departamento de electricidad y electrónica
  - Equipo de reparaciones eléctricas
    - Técnico de la sección de potencia y generación
    - Técnico de electricidad o distribución
    - Técnico de la sección de electrónica

El equipo tiene a su cargo el suministro de energía eléctrica a todos los servicios y asegurar las comunicaciones externas e internas del CMM, para lo cual deberán de ejecutar las siguientes tareas:

- Al momento de reunirse y reportarse con el jefe inmediato superior deberá asegurar el buen funcionamiento de la generación y red de distribución de energía eléctrica, así como el buen funcionamiento de la planta telefónica para asegurar la disponibilidad de las líneas telefónicas directas.
- Asegurar el buen funcionamiento del equipo de generación de potencia alterno.
- Monitoreo de la demanda y consumo de energía eléctrica para evitar sobrecarga en el equipo a fin de abastecer adecuadamente los equipos que lo requieran.

- Prestar ayuda a los distintos servicios, proporcionando alternativas de suministro de energía, por medio de extensiones eléctricas.
- El equipo cumplirá con las tareas que motivaron su creación y solamente por órdenes superiores (Dirección o Subdirección Administrativa) distraerá sus funciones, debiendo de informar a su jefe inmediato superior.

#### **2.5.6. Instrucciones de coordinación**

- La voz de alerta se recibirá por el sistema de altoparlantes y posteriormente la alarma general.
- El punto de reunión estará ubicado en el área de seguridad de la División de Ingeniería.
- Al personal que esté fuera del Centro Médico se les comunicará para que se haga presente inmediatamente, conforme a la dirección y/o teléfono registrado.
- La asignación de tareas se hará conforme la especialidad de los equipos y prioridades de la situación existente.
- Las herramientas y equipos necesarios para el cumplimiento de las tareas asignadas estarán entregados a los jefes de equipos, en la bodega de la DIM por el bodeguero y en la bodega de útiles de limpieza, por el jefe de institucionales, quienes anotarán en forma rápida lo que se entregue.

- Las llaves de salida de emergencia estarán en poder del encargado de llaves, quien abrirá las puertas que sean necesarias, para el funcionamiento del área de clasificación Triage.
- La cadena de mando regirá en forma vertical, empezando por los jefes de cada grupo, jefes de departamento, y otros.

La administración y logística se llevará de la forma siguiente:

- Administración
  - Transporte: se solicitarán los vehículos del CMM cuando sea necesario.
  - Servicios: el personal técnico e institucional de servicio dará apoyo inicial al control de desastre según su especialidad.
  - Hospitalización: dar atención continua al suministro de fluidos, energéticos y desinfectantes del área de clasificación Triage, a los cuales corresponden a emergencia, consulta externa, medicina física, intensivo de adultos y sala de operaciones.
- Logística

Los abastecimientos a pedido, conforme al procedimiento establecido.

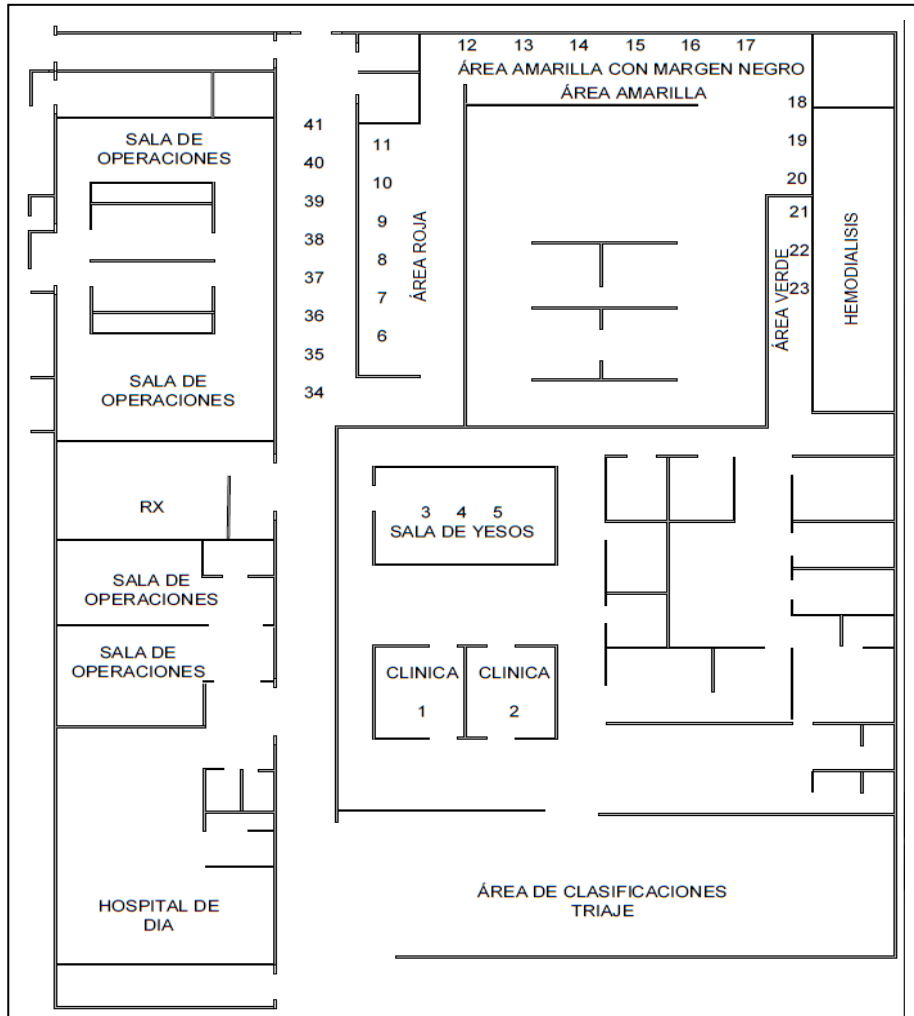
Para comando y transmisiones se tomarán en cuenta las siguientes direcciones:

- Comando

El puesto de comando estará ubicado en el edificio 31 (Dirección) del CMM, cualquier cambio se notificará con la debida anticipación.

- Transmisiones
  - Red telefónica
  - Uso de mensajería
  - Instrucciones operativas de transmisiones (IOT), en vigencia

Figura 2. Área de clasificación Triage



Fuente: Plan para emergencias y desastres externos del CMM.



### **3. CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL CENTRO MÉDICO MILITAR**

#### **3.1. Objetivos para la implementación de un plan de mantenimiento**

- Protección a la vida y a la garantía de seguridad al paciente. Evitar el excesivo costo que representa para la institución un deficiente programa de mantenimiento, el tiempo muerto del equipo hospitalario genera serios riesgos a la vida de las personas a las cuales, potencialmente deberá prestar sus servicios.
- Economía: debido a los crecientes costos de atención hospitalaria, es de primordial importancia la aplicación de medidas para reducirlos.

“Resulta axiomático el afirmar que una onza de prevención es mejor que una libra de cura. Unas pocas gotas de aceite aplicadas al motor eléctrico de un equipo puede prevenir que éste sufra desperfectos mayores, con el consiguiente aumento proporcional de los costos de reparación incrementados por el costo funcional que represente el mantener el equipo fuera de servicio durante un período determinado de tiempo.”<sup>1</sup>

#### **3.2. Generalidades**

Mantenimiento se refiere a una acción eficaz para mejorar aspectos operativos, seguridad y productividad en un equipo. La palabra mantenimiento

---

<sup>1</sup> GONZÁLEZ SILVA, Carlos A. *Manual de mantenimiento de los servicios de salud instalaciones y bienes de equipo.* p. 4.

va ligada con la conservación, conlleva a la realización de actividades necesarias para proporcionar un servicio de calidad estipulado.

En la realización del mantenimiento se toman en cuenta varios factores, entre los más importantes se pueden mencionar: la calidad del servicio como factor primordial, situación económica en lo que se refiere a costos de mantenimiento y vida útil del equipo.

Los datos que auxilian a una planificación y programación eficaz pueden recopilarse de los registros de equipos, informes de inspección periódica, estudios de tiempo, análisis de las tareas y otras fuentes.

Con la realización de rutinas de mantenimiento, puede realizarse una mejor administración referente al control, historial, procedimientos, estimado de tiempos para la realización y cantidad de personal necesario para brindarlos y con estos reducir costos y tiempo muerto y así poder brindar un buen servicio.

### **3.3. Objetivos básicos**

- Conservación de un servicio con la preservación de un equipo
- Reducción de gastos innecesarios por paros en una producción
- Disponibilidad del equipo

### **3.4. Tipos principales del mantenimiento**

Existen distintos tipos de mantenimiento los cuales se enfocan, dependiendo del tipo de falla que presenta, del momento en que ésta se da, del instante en que se resuelve el problema, la urgencia de la falla entre otros; entre principales son: el preventivo y el correctivo.



### **3.4.1. Preventivo**

El mantenimiento preventivo son todas las acciones realizadas con el fin de conservar un equipo, prestándole servicios periódicos y conociendo previamente los antecedentes de falla del mismo, para prevenirlos y poder así cubrir el tiempo de vida establecido por el fabricante cumpliendo su función correctamente.

Su finalidad es reducir, al mínimo, las averías y una depreciación excesiva de los equipos, para prevenir y detectar condiciones que lleven a interrupciones de la producción o servicio y deterioro acelerado del equipo, ejecutadas en un paro programado basado en un análisis cíclico.

### **3.4.2. Correctivo**

El mantenimiento correctivo es el conjunto de actividades de reparación o sustitución de elementos deteriorados de un equipo en el momento que se presenta o se necesita corregir una falla, realizar adaptaciones o modificaciones.

Este tipo de mantenimiento se aplica a equipos o componentes de éstos en lo que no se pueden predecir los posibles fallos, recuperando sus condiciones operativas y funcionales a corto plazo.

## **3.5. Servicio y calidad**

El servicio y la calidad son variables que están relacionadas entre el resultado de un producto y la calificación brindada por el consumidor a éste.

Estas se verán afectadas dependiendo de las expectativas del cliente, aptitud del personal y estado del equipo.

### **3.5.1. Servicio**

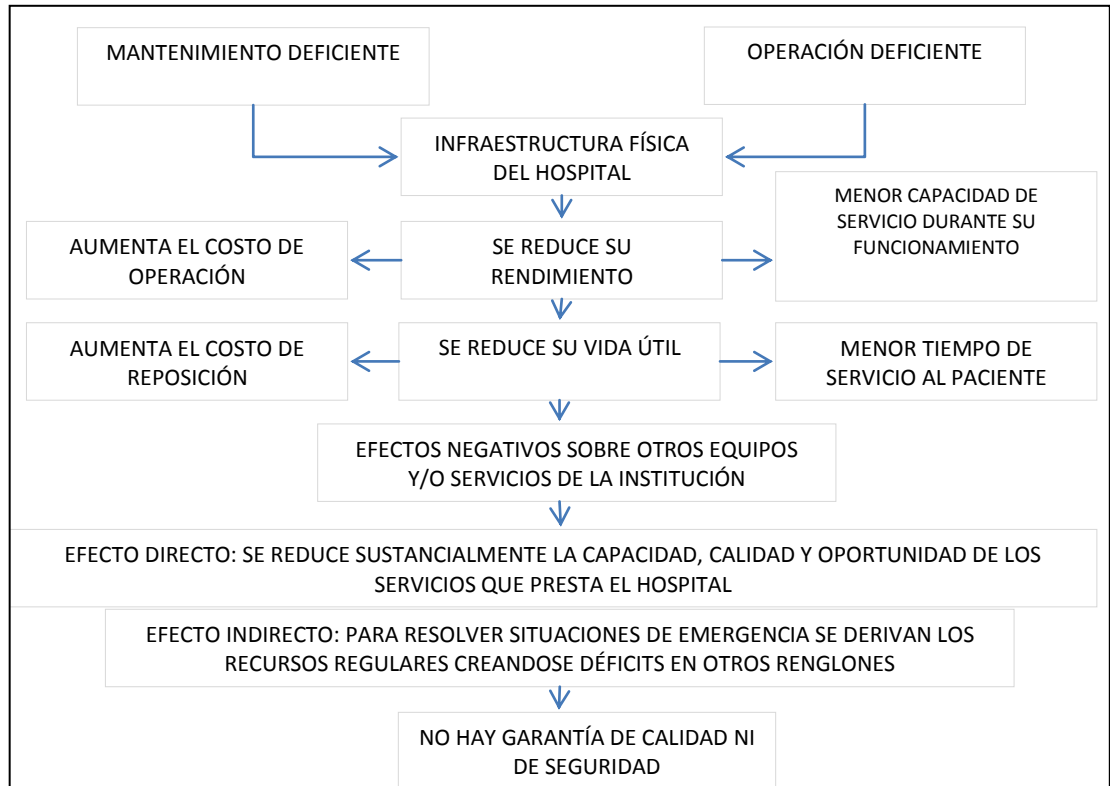
Son acciones que se llevan a cabo para la ejecución de un producto. Es la utilidad que presta un objeto o las acciones de una persona, para lograr la satisfacción de una necesidad humana. En el caso de una industria, empresa o instituciones que utilizan equipos para brindar determinado servicio, no sólo se verán afectadas en cuanto a las actitudes del personal al brindar el servicio, sino al estado en que se encuentran los equipos.

El servicio debe de enfocarse hacia el trabajo que realiza la máquina y no a la máquina misma, pero debe preservarse también dentro de los límites económicos establecidos.

### **3.5.2. Calidad**

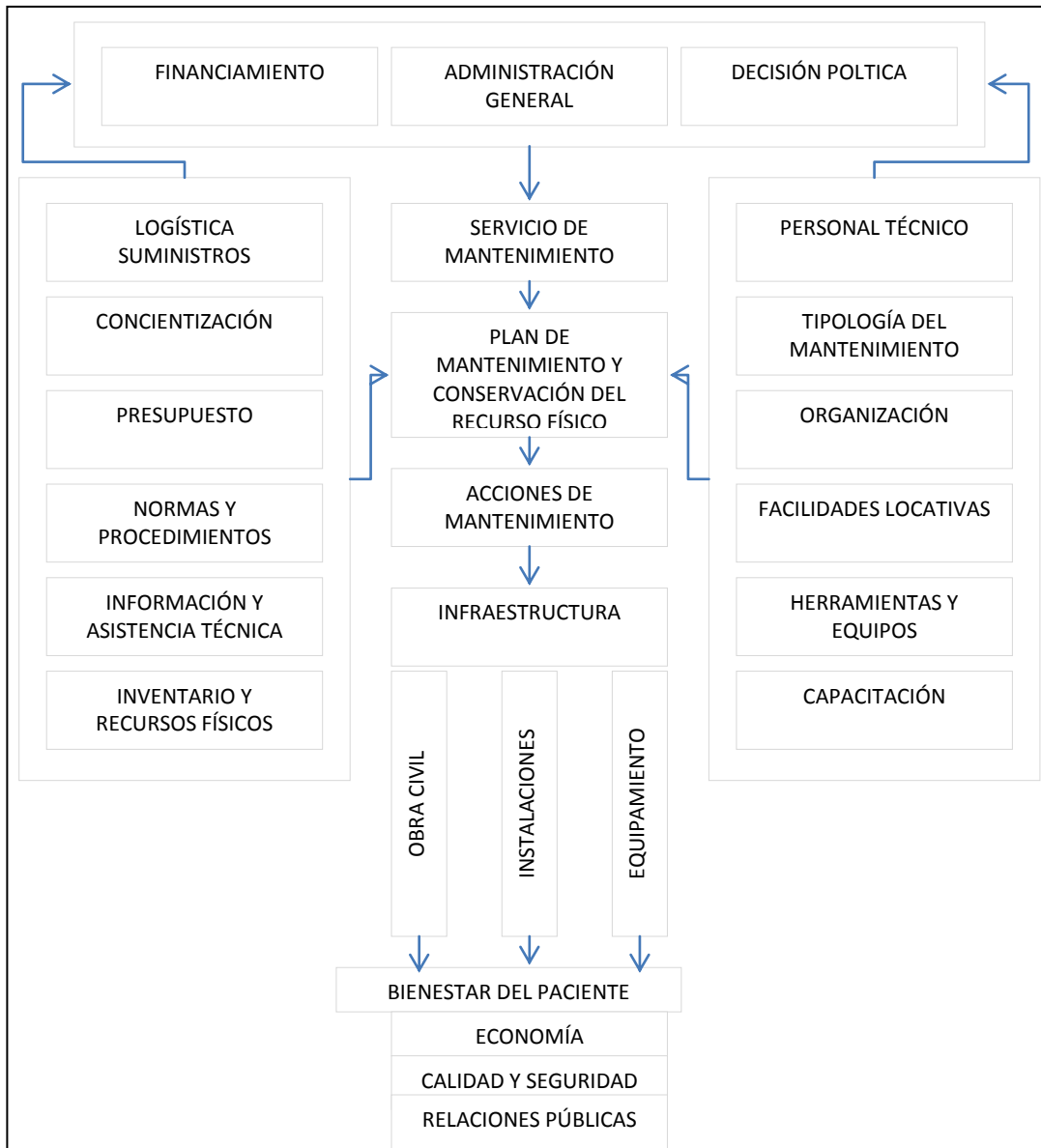
Es la resultante de las características de un producto o servicio que satisfagan las esperanzas del cliente; esta nunca será constante, ya que depende de las expectativas del cliente.

Figura 3. **Diagrama efecto del mantenimiento sobre la vida útil y capacidad operativa de la infraestructura física del hospital**



Fuente: GONZÁLEZ SILVA, Carlos A. *Manual de mantenimiento de los servicios de salud: instalaciones y bienes de equipo*, p. 3.

Figura 4. Factores que intervienen en el proceso de planificación del mantenimiento de establecimiento de salud



Fuente: GONZÁLEZ SILVA, Carlos A. *Manual de mantenimiento de los servicios de salud: instalaciones y bienes de equipo*, p. 6.

### **3.6. Escalones de mantenimiento**

Son una clasificación de actividades a tomar en cuenta para la realización del mantenimiento, en la cual divide al personal encargado de realizar determinada tarea, según la clasificación del equipo.

Se tomarán en cuenta 3 clasificaciones y 5 escalones:

#### **3.6.1. Inspección periódica**

La inspección periódica consiste en revisiones y tareas que se realizan con determinada frecuencia por el personal operario o técnicos de empresas externas para la conservación de los equipos.

##### **3.6.1.1. Primer escalón**

Éste comprende:

- Controles diarios
- Limpieza
- Lubricación
- Ajuste menores y reparaciones menores que no requieran desarmar componentes o conjuntos
- Está limitado por las herramientas dotadas

Personal encargado:

- Personal de operadores
- Usuarios con instrucción

### **3.6.1.2. Segundo escalón**

Éste comprende:

- Reemplazos de partes fuera de servicio y conjuntos que no requieran un desmontaje o ajuste mayor de los componentes
- Confección de partes menores
- Reparaciones rápidas
- Equipo a utilizar son herramientas de mano y equipo ligero portátil

Personal encargado:

- Personal especialista, técnico en taller

### **3.6.2. Preservación progresiva**

Esta clasificación se refiere a todas las actividades que se llevan a cabo para la conservación del equipo a nivel general por personal de especialistas o de terceros realizándolos con determinada frecuencia.

#### **3.6.2.1. Tercer escalón**

Éste comprende:

- Reemplazo de partes y conjuntos
- Reparaciones de conjuntos
- Componentes y confección de partes

Personal encargado:

- Personal especialista de los elementos logísticos de apoyo directo
- Taller general de fábrica

### **3.6.2.2. Cuarto escalón**

Éste comprende:

- Reparación de conjuntos y subconjuntos
- Reparación de efectos que superen la capacidad de reparación del tercer escalón
- Confección de partes simples

Personal encargado:

- Personal especialista de organizaciones fijas o semi-móviles
- Tercerización

### **3.6.3. Preservación total**

Esta clasificación se aplica para servicios que se prestan para la conservación de los equipos o reparaciones mayores a nivel especializado por personal en talleres de la fábrica o empresas dedicadas para este fin.

### **3.6.3.1. Quinto escalón**

Éste comprende:

- Reparaciones mayores

Personal encargado:

- Personal especialista de organizaciones fijas
- Fabricante del equipo en propio taller

### **3.7. Parámetros para la implementación de rutinas de mantenimiento en un equipo**

Para la implementación de rutinas de mantenimiento, deben considerarse una serie de aspectos en cuanto a prioridades en los equipos, su aplicación, su función, si son críticos o tienen repercusiones sobre el bienestar de los pacientes, si son solamente equipos de apoyo, componentes que lo conforman, entre otros.

Las rutinas de mantenimiento deben guiarse según lo establecido por el fabricante, en las especificaciones técnicas de los equipos, pero en ocasiones estos manuales no están disponibles o simplemente por la antigüedad de los equipos no existen. Por tal razón debe realizarse un análisis en cuanto al funcionamiento de los equipos y componentes que lo conforman.

Para realizar las rutinas se debe conocer características básicas del equipo, por lo que hay que tomar en cuenta los siguientes parámetros:



### **3.7.1. Datos técnicos del equipo**

Los datos técnicos de un equipo es la información que muestran todas las características técnicas específicas de un equipo, como: componentes principales, accesorios, consumo, producción, capacidades, condiciones de trabajo, entre otros.

Con las especificaciones se toman puntos en consideración para su instalación o la solución de posibles fallas en algunos de sus componentes, ya que con las características que indican en la información técnica pueden realizarse reemplazos o intercambios entre componentes sin que afecten su funcionamiento.

### **3.7.2. Especificaciones y recomendaciones del fabricante**

Las especificaciones y recomendaciones del fabricante: son recomendaciones por parte del fabricante del equipo enfocado a los cuidados que se deben tener en el momento de operar, no sólo en cuanto al funcionamiento sino seguridad industrial, mantenimiento, entre otros, para que el equipo funcione en óptimas condiciones y éste cumpla con brindar el servicio correctamente durante el plazo establecido por el fabricante (vida útil del equipo).

### **3.7.3. Análisis del funcionamiento de un equipo y componentes**

El análisis del funcionamiento de un equipo puede realizarse de distintas formas; algunos tienen expuestos sus componentes, o por su diseño tienen un mejor acceso a sus partes, mecanismos, accesorios, etc., haciendo mucho más

fácil y rápida la comprensión en cuanto al funcionamiento del mismo, o dependiendo del trabajo que este realice.

También puede realizarse un análisis guiado con el manual del fabricante, manual de partes, entre otros, o comparándolo con equipos similares de distintas marcas y sus respectivos manuales.

#### **3.7.4. Generalización de componentes de los equipos**

Por definición sabemos que una máquina o un equipo es un conjunto de mecanismos funcionando coordinadamente para dirigir, regular o transformar energía para brindar un determinado servicio. Un mecanismo es el conformado por elementos mecánicos (fijos y móviles) los cuales se mueven sincronizadamente y realizan un trabajo o tienen una función.

Todos los equipos están compuestos por distintos elementos mecánicos, pueden ser también máquinas en apoyo de otras máquinas, mecanismos eléctricos, electrónicos, los cuales requieren un cuidado específico; estos pueden ser: motores eléctricos, motores de combustión interna, ejes, turbinas, rodamientos, poleas, engranes, cadenas, fajas, filtros, sensores, elementos de medición y control, válvulas, trampas de vapor, tanques, bombas, entre otros, los cuales se pueden subdividir ya que algunos de estos también están conformados por la unión de distintos elementos mencionados con anterioridad.

Con esta generalización se puede determinar el tipo de mantenimiento que el equipo necesita.

### **3.7.5. Tiempos de realización de servicio a componentes**

Para establecer el tiempo necesario para la realización del servicio de un equipo, debe tomarse en cuenta el tipo de servicio a realizar, ya que dependiendo el tiempo de operación, tipo de tarea que éste realiza, forma de operación y condiciones ambientales dependerá el intervalo de tiempo que requiera cada componente del equipo.

Luego de determinar la periodicidad que necesita cada componente del equipo, se agrupan en una sola rutina y ésta se realizará semanal, mensual, trimestral, semestral, anual, etc., según éstos lo requieran.

### **3.8. Rutina de mantenimiento**

Una rutina de mantenimiento es un listado de actividades programadas y establecidas para realizarse periódicamente y en un tiempo específico, con el objeto de mantener un equipo en óptimas condiciones de funcionamiento. Estas rutinas se basan en especificaciones del fabricante, condiciones de trabajo del equipo, componentes que lo conforman, inspecciones, reparaciones y reemplazo de elementos gastables.

Para la realización de las rutinas de mantenimiento, inicialmente debe realizarse un análisis, éste debe cubrir diversos aspectos entre los cuales se pueden mencionar:

- Tipo de equipos a cubrir: dependiendo la clase que se prestará servicio y su clasificación, se tomarán en cuenta factores importantes como la seguridad e higiene para el manejo de los mismos.

- Antigüedad del equipo: debido a que muchos son muy antiguos, presentan fallas repetitivas en algunos de sus componentes, la búsqueda de repuestos se dificulta, ya que por su antigüedad en ocasiones no se encuentran disponibles o son demasiado caros; debido a la misma razón deben realizarse modificaciones o adaptaciones para que puedan continuar con su funcionamiento. Por este motivo la frecuencia de realización del mantenimiento se acorta, para poder adelantarse a estos fallos.

Al mismo tiempo, se cuenta con equipos de última generación, lo que disminuyen paradas de los mismos por fallos, se agiliza la obtención de repuestos y la frecuencia para la realización de mantenimientos no será tan corta, dependiendo del equipo y de las especificaciones del fabricante.

- Historial o record del equipo en cuanto a fallos que presenta: también con este tipo de documentos puede concebirse una idea para la realización de las rutinas de mantenimiento, estas nos pueden indicar la frecuencia con la que ocurren fallos en determinado equipo, pudiendo adelantarnos a estos con su respectivo servicio e identificando el problema con mayor facilidad.
- Cantidad de personal disponible para la realización de mantenimientos: según el número de personal con el que se cuenta es un factor importante ya que para algunas de las actividades necesarias para la realización de mantenimientos el personal no se da abasto, lo cual hace lento el proceso.
- Frecuencia de uso del equipo: existen los que no se utilizan con mucha frecuencia, por lo cual no existe un deterioro y no requiere excesivo cuidado; hay otros equipos que se encuentran en trabajo continuo, por lo tanto necesitan de una mayor supervisión, un mayor cuidado, ya que pueden producirse fallos en los mismos y por consiguiente paros.

### **3.8.1. Aspectos a cubrir en la realización de una rutina de mantenimiento**

La realización del mantenimiento de equipos en general, involucra el cumplimiento de distintas actividades necesarias, independientemente del equipo al que se le preste el servicio, las más importantes son:

- Inspección del equipo y condiciones ambientales en las que se encuentra
- Limpieza integral del equipo
- Lubricación y engrase
- Reemplazo de ciertas partes
- Ajuste y calibración
- Revisión de seguridad eléctrica
- Pruebas funcionales completas

#### **3.8.1.1. Inspección del equipo y condiciones ambientales en las que se encuentra**

Ésta consiste en realizar un análisis minucioso en forma visual y elementos de medición de cada componente del equipo con el fin de comprobar el estado de funcionamiento del mismo; esta se enfoca en su funcionamiento, apariencia e integridad, también se analizan las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo tales como: la humedad, polvo, temperatura.

#### **3.8.1.2. Limpieza integral del equipo**

Ésta consiste en la remoción de elementos extraños o nocivos a la estructura de los equipos, ya sea internamente o en el exterior del equipo. En esta actividad debe tomarse en cuenta el equipo adecuado para su realización,

dependiendo el tipo de equipo, material que lo conforma, energía y fluidos con los que trabaja.

#### **3.8.1.3. Lubricación y engrase**

Consiste en aplicar un elemento viscoso entre cuerpos rígidos con el fin de reducir al máximo la fricción, por consiguiente, desgaste de partes móviles del equipo.

#### **3.8.1.4. Reemplazo de ciertas partes**

Algunos elementos de la máquina fallan por fatiga, llegan a su vida útil, o son de tipo gastable, como: filtros, rodamientos, engranajes, tuberías, lubricantes, entre otros, deben realizarse ciertos cambios de los componentes para poder continuar con la operación del equipo.

#### **3.8.1.5. Ajuste y calibración**

Consiste en realizar correcciones de funcionamiento y poner a los equipos en las condiciones iniciales de operación, ésta se realiza por medio de instrumentos, patrones o estándares.

#### **3.8.1.6. Revisión de seguridad eléctrica**

Con esta actividad, se asegura el buen estado de las conexiones eléctricas, controles y de esta dependerá el grado de protección que se espera del equipo.

### **3.8.1.7. Pruebas de funcionamiento**

Necesarias para garantizar que el equipo se encuentra, posteriormente al mantenimiento recibido, en buenas condiciones de funcionamiento, o para realizar pequeñas correcciones para dar por terminado el servicio, en conjunto con el operador del equipo.

Las rutinas de mantenimiento incluirán:

- Nombre del equipo
- Número de inventario técnico
- La frecuencia con la que se realizará el mantenimiento
- El listado de tareas a realizar
- Tiempo aproximado de la realización del mantenimiento
- Número de rutina

Las rutinas de mantenimiento se encontrarán clasificadas con un número correlativo y podrán utilizarse para los diferentes equipos que la rutina incluya en la sección de inventario técnico.

Las rutinas de mantenimiento realizadas se basan en recomendaciones de los fabricantes, manuales de los equipos y análisis en general de los componentes; se llevó a cabo de esta forma, ya que no existe un historial de los equipos en cuanto a fallos y problemas frecuentes que los mismos presentan.

Deberá iniciarse con el historial de fallos de los equipos e incluir anexos en cuanto a chequeos necesarios a las rutinas de mantenimiento que así las requieran. Las rutinas de mantenimiento propuestas son en su mayoría las

recomendadas por los fabricantes de los equipos; la aplicación de las rutinas se realizará con base en los recursos que la institución tiene a disposición.

Tabla I. **Formato rutina de mantenimiento**


<b>RUTINA DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>EQUIPO: (NOMBRE)</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>(F)</b>
<b>INVENTARIO TÉCNICO No. : (IT)</b>			
<b>TAREA</b>			
1	-----		
2	-----		
3	-----		
4	-----		
5	-----		
6	-----		
<b>Observaciones:</b>		<b>TIEMPO</b>	
		<b>ESTIMADO DE REALIZACIÓN</b>	<b>(T)</b>
		<b>RUTINA No.</b>	<b>(00)</b>

Fuente: elaboración propia.

Para el chequeo del cumplimiento de las tareas se hará uso de una hoja en la cual se marcarán las actividades culminadas, incluirá el nombre y código del equipo, número de rutina utilizada como referencia, número y frecuencia del mantenimiento, encargado y tiempo de realización.



Tabla II. Formato para el chequeo del cumplimiento de rutinas

		<b>CENTRO MÉDICO MILITAR</b> <b>DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO</b> <b>CHEQUEO DEL CUMPLIMIENTO DE RUTINAS DE MANTENIMIENTO</b>																				
<b>EQUIPO</b>															<b>CODIGO</b>					<b>I.T.</b>		
<b>TAREAS</b>																				<b>NOMBRE</b>		<b>MANTTO</b>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	<b>FIRMA</b>		<b>No.</b>
																				<b>FECHA</b>		
																				<b>TIEMPO</b>		
<b>TAREAS</b>																				<b>NOMBRE</b>		<b>MANTTO</b>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	<b>FIRMA</b>		<b>No.</b>
																				<b>FECHA</b>		
																				<b>TIEMPO</b>		
<b>TAREAS</b>																				<b>NOMBRE</b>		<b>MANTTO</b>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	<b>FIRMA</b>		<b>No.</b>
																				<b>FECHA</b>		
																				<b>TIEMPO</b>		
<b>TAREAS</b>																				<b>NOMBRE</b>		<b>MANTTO</b>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	<b>FIRMA</b>		<b>No.</b>
																				<b>FECHA</b>		
																				<b>TIEMPO</b>		
<b>FRECUENCIA</b>																				<b>REFERENCIA</b>		<b>RUTINA No.</b>

Fuente: elaboración propia.

### 3.9. Historial de averías de equipos

Una avería es un daño o deterioro que impide el funcionamiento parcial o total de algo; el historial es un documento en el cual quedan registradas las fallas que el equipo ha experimentado durante su tiempo de vida, el cual sirve

como referencia para conocer la forma en que el equipo se ha desempeñado, la frecuencia y tipo de fallas que ha presentado, para la realización de análisis con base en la conservación o reemplazo de un equipo y así llevar un control y evitar gastos innecesarios.

El historial de averías puede utilizarse para establecer la frecuencia en la que se realizarán las rutinas de mantenimiento, adelantándose a fallos futuros que pueda presentar determinado equipo. El formato incluirá:

- Nombre del equipo
- Código del equipo
- Inventario técnico
- Informante
- Fecha y hora del informe
- Causa de la falla
- Acciones tomadas para la solución de la falla, fecha y hora
- Recursos utilizados (materiales utilizados, personal, económico)
- Fecha y hora de la puesta en marcha del equipo

Tabla III. **Formato para el historial de reparaciones mayores**



**CENTRO MÉDICO MILITAR  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO**

HISTORIAL DE REPARACIONES MAYORES					
EQUIPO		CODIGO		I.T.	
INFORMÓ		FECHA		HORA	
CAUSA DE LA FALLA					
ACCIONES TOMADAS PARA SOLUCIÓN DE LA FALLA			FECHA Y HORA		
RECURSOS UTILIZADOS					
MATERIALES UTILIZADOS	PERSONAL		ECONÓMICO		
PUESTA EN MARCHA (FECHA Y HORA)					

Fuente: elaboración propia.

También se utilizará una hoja para el historial de reparaciones menores, llevar el control de fallas, correcciones y reemplazos en los equipos, lo cual se tomará de una forma en general. Ésta incluirá el nombre del equipo, código, la ubicación, un listado de componentes del equipo para indicar problema, un espacio en el cual se tendrá la descripción del problema, solución del problema, recomendaciones y fechas de intervención.

Esta hoja se tomará como referencia de problemas comunes que no signifiquen el paro de un equipo crítico; para fallas significativas se utilizará el formato que se muestra en la tabla III.

Tabla IV. Historial de reparaciones menores

Fuente:

CONTROL DE FALLAS, CORRECCIONES Y REEMPLAZOS														
EQUIPO				CÓDIGO				UBICACIÓN						
Cojinetes	Motor eléctrico	Bombas	Conexiones eléctricas, controles	Tubería (accesorios)	Ejes	Engranes, poleas	Fajas, cadenas	Serpentines	Ventiladores, turbinas	Empaques	Sensores	Manómetros, termómetros	Otros	FECHA
ESPECIFIQUE														
CORRECCIONES														
RECOMENDACIONES														
Cojinetes	Motor eléctrico	Bombas	Conexiones eléctricas, controles	Tubería (accesorios)	Ejes	Engranes, poleas	Fajas, cadenas	Serpentines	Ventiladores, turbinas	Empaques	Sensores	Manómetros, termómetros	Otros	FECHA
ESPECIFIQUE														
CORRECCIONES														
RECOMENDACIONES														
Cojinetes	Motor eléctrico	Bombas	Conexiones eléctricas, controles	Tubería (accesorios)	Ejes	Engranes, poleas	Fajas, cadenas	Serpentines	Ventiladores, turbinas	Empaques	Sensores	Manómetros, termómetros	Otros	FECHA
ESPECIFIQUE														
CORRECCIONES														
RECOMENDACIONES														
Cojinetes	Motor eléctrico	Bombas	Conexiones eléctricas, controles	Tubería (accesorios)	Ejes	Engranes, poleas	Fajas, cadenas	Serpentines	Ventiladores, turbinas	Empaques	Sensores	Manómetros, termómetros	Otros	FECHA

elaboración propia.

### **3.10. Control del mantenimiento**

Es de vital importancia tener un control sobre el mantenimiento, ya que éste garantiza el cumplimiento de todas las actividades establecidas; es una verificación posterior de resultados obtenidos en el seguimiento de objetivos planteados; sirve para comprobar, regular, mejorar, comparar, impedir, ejercer autoridad, entre otros.

Esta es una de las fases más importantes, es la encargada de la recaudación de información indispensable sobre la utilización de los recursos, su forma de aprovechamiento y resultados obtenidos de la gestión del mantenimiento. El control puede ser interno o externo.

- Interno: consiste en la inspección rutinaria de trabajos programados, condiciones, operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos.
- Externo: consiste en la supervisión y control periódico, realizados por personal ajeno a la institución para constatar el estado, condiciones físico funcionales y presentación estética de la unidad de salud sobre las acciones o resultados obtenidos por la gestión de mantenimiento.

Enfocado al mantenimiento, el control puede realizarse mediante el uso de distintos procedimientos para la verificación de resultados como: por inspecciones periódicas, formularios, fichas, gráficas estadísticas, índices de mantenimiento, entre otros.

Para el control se realizarán inspecciones periódicas, se utilizarán las fichas, hojas y formularios siguientes:

- Chequeo del cumplimiento de rutinas de mantenimiento
- Historial de averías de equipos
- Control de fallas, correcciones y reemplazos
- Fichas de control de equipos

### **3.10.1. Inspección**

Con la inspección se puede obtener un listado de necesidades, como consecuencia de las desviaciones en los programas de trabajo, un listado de actividades por trabajos no realizados o la realización de una nueva programación y listado de nuevas prioridades.

### **3.10.2. Supervisión**

Su objetivo es comprobar el cumplimiento de los planes y programas de trabajo y detectar sus desviaciones. Con esto se pueden realizar mejoras en procedimientos de operación, eliminación de gastos innecesarios, incremento de productividad, reducción de riesgos y accidentes, entre otros.

### **3.10.3. Fichas de control**

En las fichas de control se incluye la información del equipo referente a las rutinas de mantenimiento, datos de este como el nombre y código, frecuencia del mantenimiento, número del inventario técnico, referencias para la ubicación de rutinas de mantenimiento y otros documentos, y el tiempo aproximado de realización del mantenimiento.

Tabla V. **Formato para fichas de control**

<b>EQUIPO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>(CÓDIGO)</b>
<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>(FRECUENCIA)</b>		
<b>INV. TEC.</b>	<b>(IT)</b>		
<b>TIEMPO</b>	<b>(T)</b>		
<b>REFERENCIA</b>	<b>(RUTINA No. X, OTROS )</b>		

Fuente: elaboración propia.

#### **3.10.4. Inventario técnico**

El inventario técnico es un documento en el cual se muestra la información básica y técnica de un equipo, con relación a las rutinas de mantenimiento, es de suma importancia, ya que al indicar información técnica, como capacidades, tipo de energía que utiliza para su funcionamiento, presiones de trabajo, temperatura de trabajo, cantidad y características de motores eléctricos, entre otros; estos datos son utilizados para realizar comparaciones entre equipos, y al mismo tiempo estandarizar tareas a realizar para su respectivo mantenimiento.

Con estos datos se tiene referencia en cuanto su ubicación, cantidad de equipos similares que se tienen, marca y modelo, datos útiles para tener una referencia para la instalación y operación del equipo. El inventario técnico incluye:

- Nombre del equipo: el cual indica la clase o tipo.
- Departamento: nombre del departamento al cual el equipo pertenece.



- Ubicación: indica el espacio físico donde el equipo se encuentra.
- Número de codificación: código asignado en el cual se muestra el departamento, área, ubicación, tipo y cantidad de equipos, (ver codificación de equipos).
- Marca: nombre de la empresa fabricante del equipo.
- Modelo: nombre con que la empresa fabricante denomina al equipo.
- Año de fabricación: se refiere al año en que la máquina fue manufacturada.
- Número de serie: conjunto de números y/o letras asignadas por fabricantes independientes de cada equipo.
- Capacidad: capacidad de carga, producción, almacenamiento, volumen, peso, y otros, de trabajo de un equipo recomendado por fabricante.
- Trabaja con: se refiere a todo fluido necesario para el funcionamiento del equipo como: vapor, aire, combustible, energía eléctrica o varios de estos en conjunto.
- Presiones de trabajo: presión máxima y mínima con la que el equipo trabaja.
- Temperaturas de trabajo: máxima y mínima con la que el equipo trabaja.
- Representante comercial: empresa que distribuye o comercializa el equipo o repuestos dentro de la región.

- Número y características de motores: cantidad con la que cuenta el equipo, potencia, número de revoluciones, consumo eléctrico o de combustible, entre otros.
- Voltaje: consumo eléctrico del equipo.
- Amperaje: el que necesita el equipo para su funcionamiento.
- Fases: referente al número de fases de alimentación eléctrica que necesita el motor o equipo, puede ser monofásica o trifásica.
- Frecuencia: de la energía eléctrica que necesita el motor para su funcionamiento.

Tabla VI. Formato para inventario de equipo

IDENTIFICACIÓN GENERAL				
NOMBRE:				
DEPARTAMENTO:				
UBICACIÓN:				
NO. CÓDIGO:				
MARCA:				
MODELO:				
SERIE:				
CAPACIDAD:				
AÑO DE FABRICACIÓN:				
FECHA DE REGISTRO:				
Funciona con:		Agua <input type="checkbox"/>	Electricidad <input type="checkbox"/>	Vapor <input type="checkbox"/>
		Aire <input type="checkbox"/>	Gases <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>
Presión de trabajo	Agua:	Aire:	Vapor:	
Temperatura de trabajo:		Rango de temperatura:		
Potencia:		RPM:		
Estado del equipo:		Bueno <input type="checkbox"/>	Fuera de Servicio <input type="checkbox"/>	Faltan piezas <input type="checkbox"/>
Principal proveedor en Guatemala:				
ASPECTOS ELÉCTRICOS				
Voltios:		Amperios:		
Fases:		Frecuencia:		
ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS				
Número de motores:		Número de bombas:		Observaciones:
Descripción				
Voltios				
Amperios				
RPM				
HP				
Fases				
Frecuencia				

Fuente: elaboración propia.

### **3.10.5. Codificación de equipos**

La codificación de equipos se refiere a la asignación de un código a los equipos inventariados, el cual tiene como objetivo la identificación de los mismos, dar a conocer su ubicación, cual es el departamento encargado, la cantidad de equipos de este tipo existentes, con una numeración correlativa, y a la sección a la que pertenece, entre otros, para lo cual se necesita establecer parámetros.

#### **3.10.5.1. Parámetros**

El código de los equipos estará conformado por cinco bloques de letras y números los cuales indicarán:

- Departamento
- Sección
- Ubicación
- Tipo
- Numeración correlativa por tipo

#### **3.10.5.2. Departamento**

Este bloque estará conformado por las iniciales del departamento al que el equipo pertenece (XX), ver tabla VII.

Tabla VII. **Código por departamento**

<b>Código Departamento</b>	<b>Departamento</b>
DM	Departamento mecánico
DE	Departamento eléctrico
DC	Departamento obra civil

Fuente: elaboración propia.

### 3.10.5.3. Sección

El segundo bloque indica la sección, éste es una subdivisión de los departamentos, el cual estará confirmado por 2 letras (YY), ver tabla VIII.

Tabla VIII. **Código por sección**

<b>DEPARTAMENTO MECÁNICO</b>	
<b>Código Sección</b>	<b>Sección</b>
ET	Energía térmica
GM	Gases médicos
EM	Equipo médico
AC	Ventilación y a/c
EG	Equipo general

Continuación tabla VIII.

<b>DEPARTAMENTO ELÉCTRICO</b>	
<b>Código sección</b>	<b>Sección</b>
PD	Potencia, distribución y consumo
EE	Equipo eléctrico
EB	Equipo biomédico
EC	Equipo de comunicaciones
<b>DEPARTAMENTO OBRA CIVIL</b>	
<b>Código sección</b>	<b>Sección</b>
LI	Limpieza
JD	Jardinería
AL	Albañilería
PL	Plomería
CP	Carpintería
HR	Herrería

Fuente: elaboración propia.

#### **3.10.5.4. Ubicación**

Ésta indica el área donde el equipo se encuentra localizado actualmente dentro del Centro Médico Militar, éste se indicará con 2 dígitos (ZZ).

Tabla IX. **Código para ubicación de equipos**

<b>Código ubicación</b>	<b>Ubicación</b>
01	Ingeniería
02	Subestación principal
03	Área de calderas
04	Tanques de combustible
05	Área de plantas eléctricas
06	Talleres
07	Lavandería
08	Dietética
09	Terraza
10	Sótano
11	Área tanques Monja Blanca
12	Área tanques Quetzal
13	Fórmulas lácteas
14	Central de equipos
15	Odontología
16	Laboratorios
17	Morgue
18	Tikal
19	Hotel de paso
20	Banco de Sangre
21	Farmacia
22	Bodega
23	Geriátrica
24	Suministros
25	Pediatría

Continuación tabla IX.

26	Oncología
27	Cirugías
28	Hospital de día
29	Medicina hombres y mujeres
30	Patología
31	Maternidad
32	Hemodiálisis
33	Intensivo
34	Inmunología
35	Emergencia
36	Anestesia
37	Recién nacidos
38	Dirección
39	Jardín infantil
40	Cardiología
41	Terapia respiratoria
42	Rayos X

Fuente: elaboración propia.



### 3.10.5.5. Tipo de los equipos

Este bloque representa la especie a la que el equipo pertenece, lo cual será indicado por 2 dígitos (WW).

Tabla X. Código por especie de máquina

<b>Código Especie</b>	<b>Máquina</b>
01	Caldera
02	Tanque condensado
03	Tanque agua caliente
04	Compresor
05	Tanque dosificador químico
06	Tanque de diario
07	Tanque de diesel
08	Tanque de bunker
09	Bomba
10	Bomba de vacío
11	<i>Manifold</i> de oxígeno
12	Transformador principal
13	Subestaciones secas
14	Subestaciones aceite
15	Plantas electrógenas
16	Tableros de distribución
17	Ascensores
18	Planchadora
19	Lavadora

Continuación tabla X.

20	Secadora
21	Extendedora de sábanas
22	Centrifugadoras
23	Maquina tortillera
24	Marmita
25	Refrigeradora
26	Lava vajillas
27	Batidora 80 lb.
28	Horno de pan
29	Cuartos fríos
30	Trituradores
31	Licadoras industriales
32	Ablandador de carne
33	Cafeteras Industriales
34	Rebanadora de embutidos
35	Pelador de papas
36	Mesas calientes
37	Cortadora
38	Hace hielo
39	Banda transportadora
40	Rebanadora de pan
41	Lava ollas
42	Estufa eléctrica
43	Amasadora de pan
44	Cámara fermentadora
45	Cámara esterilizadora

Continuación tabla X.

46	Molinos
47	Abrelatas
48	Equipos a/c
49	Autoclaves
50	Soldadora
51	Sierra
52	Esmeril
53	Cepillo lavador fórmulas lácteas
54	Tostadora industrial
55	Sistema purificador de aire comprimido
56	Extractores de aire
57	Pela papas
58	Silla odontológica
59	Corta guardas
60	Recortador de modelos
61	Secador de placas
62	Maquina panorámica rayos x
63	Electrocardiograma
64	Desfibrilador
65	Máquina de esfuerzo
66	Centrifugadores
67	Analizador hematológico

Continuación tabla X.

68	Analizador químico
69	Máquina de hemodiálisis
70	Secadora de accesorios
71	Radiografía computarizada

Fuente: elaboración propia.

Hasta este punto la codificación se tiene de esta forma XX-YY-ZZ-WW. Los últimos dos dígitos serán correlativos y dependiendo el tipo de equipo que éste sea. Ejemplo:

DM-ET-03-01-01

- DM: departamento mecánico
- ET: sección de energía térmica
- 03: área de calderas
- 01: equipo, caldera
- 01: caldera No. 1

## **4. COMPONENTES COMUNES EN EQUIPOS EN GENERAL Y RECOMENDACIONES VARIAS**

Para tener una referencia en cuanto al cuidado de algunos de los componentes más importantes o comunes en diferentes equipos, se muestra un listado con la información básica y recomendaciones en general.

### **4.1. Chequeos varios a calderas**

Revisiones periódicas a realizar para mantener el equipo en buenas condiciones de funcionamiento.

- Salida de vapor: iniciando desde la válvula principal, acoples y anclajes de tuberías, sellos, empaques y aislamiento térmico.
- Cuerpo de la caldera: limpieza periódica, aspectos irregulares, corrosión y pintura, válvulas de seguridad y elementos que van acoplados al cuerpo de la caldera, bisagras, tortugas, manhole, sensores, mirillas, limpieza del electrodo, entre otros.
- Columna de agua: verificar niveles de agua y válvulas e informar las condiciones encontradas al encargado de turno.
- Línea de alimentación de agua: verificar uniones, fugas, temperatura de entrada del agua al equipo de bombeo.
- Chimenea: temperatura de salida de los gases, fugas.

## 4.2. Plantas electrógenas

Revisiones periódicas a realizar para mantener el equipo en buenas condiciones de funcionamiento.

- Sistema de combustible: evitar que el tanque de combustible se encuentre con nivel bajo, para prevenir la condensación de vapor de agua que queda dentro del mismo. No llenar filtros de combustible al realizar el cambio, el combustible viejo puede producir desgaste prematuro del mismo y del sistema, purgar el sistema al realizar el cambio; drenar agua y sedimentos del tanque y separadores de agua/combustible (en caso de existir) semanalmente y cada vez que el tanque es abastecido.
- Sistema de admisión de aire: según recomendaciones el elemento filtrante puede limpiarse hasta seis veces, luego de eso debe ser reemplazado. Si no se realiza limpieza del filtro realizar cambio del mismo anualmente. Darle servicio cuando los medidores de restricción indiquen 762 mm (30plg) H<sub>2</sub>O.
- Refrigerante: verificar siempre el nivel de refrigerante. No retirar tapadera del radiador hasta que disminuya la temperatura del equipo, ya que puede producir quemaduras. Llenar de refrigerante hasta el borde inferior del cuello de llenado del radiador o hasta donde éste lo indique, ya que al poner a funcionar el equipo se derramará el excedente.
- Otros: los filtros de aceite deben cambiarse cuando la presión diferencial del aceite se registra en 105 KPa (15 psi) con el motor a una velocidad nominal y temperatura de operación. El filtro de combustible debe reemplazarse cuando la presión diferencial indique 105 KPa (15 psi) con el motor a una

velocidad nominal y temperatura de operación. El filtro primario debe ser limpiado cada vez que se cambian los elementos filtrantes.

### **4.3. Motores eléctricos**

Un motor eléctrico es un dispositivo rotativo que convierte la energía eléctrica en mecánica.

- **Mantenimiento**

El mantenimiento de los motores eléctricos, se enfoca en una inspección periódica sobre los niveles de aislamiento, elevación de temperatura, lubricación correcta de rodamientos y revisión del estado del ventilador (limpieza y alineación de aspas), para verificar el correcto flujo del aire. La frecuencia con que deben ser realizadas las inspecciones, depende del tipo de motor, tiempo de uso y de las condiciones de trabajo del mismo.

- **Limpieza**

Los motores deben conservarse limpios, sin residuos, polvo, aceites, y otros, la limpieza debe realizarse con cepillos o franelas limpias, en caso de no ser abrasivo el polvo limpiar el motor con aire comprimido.

Realizar limpieza en conexiones eléctricas en caso de tener caja de conexiones.

- Lubricación

Dependiendo del tipo de carcasa del motor, se contará con grasera, deberá tenerse un control con la lubricación de los rodamientos.

Examinar minuciosamente los rodamientos. El control de temperatura en un cojinete también hace parte del mantenimiento de rutina. El rodamiento debe ser lubricado con grasas apropiadas, y durante su funcionamiento no debe pasar los 70 °C.

Un aspecto importante para una buena lubricación, los rodamientos deben ser rellenos de grasa hasta la mitad de su espacio vacío entre sus cuerpos giratorios; con la falta o el exceso de lubricante puede traer efectos perjudiciales respecto a su funcionamiento.

El exceso de lubricante producirá sobrecalentamiento, debido a que el mismo lubricante producirá una mayor resistencia al movimiento de las partes giratorias; al elevarse la temperatura disminuirá la viscosidad de la grasa y puede derramarse sobre las bobinas del motor o sobre algún otro componente del mismo.

Inyectar, aproximadamente, mitad de la cantidad total estimada de grasa y colocar el motor a girar, aproximadamente, durante 1 minuto a plena rotación, enseguida parar el motor y colocar el restante de la grasa.

Para el cambio de rodamientos se recomienda la utilización de herramientas adecuadas, las cuales han sido fabricadas para este fin, de lo contrario podrá producir daño al eje o a componentes del motor.



- Pruebas de rutina
  - Inspección visual
  - Prueba en vacío (operación sin carga)
  - Resistencia de aislamiento
  - Potencial aplicado
  - Vibración
  - Prueba con carga

Tabla XI. **Posibles fuentes de falla en motores eléctricos**

Defecto	Posibles causas
Motor no consigue arrancar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de tensión en los bornes del motor</li> <li>• Baja tensión de alimentación</li> <li>• Conexión equivocada</li> <li>• Numeración de los cables cambiada</li> <li>• Carga excesiva</li> <li>• Platinera abierta</li> <li>• Capacitor dañado</li> <li>• Bobina auxiliar interrumpida</li> </ul>
Bajo par de arranque	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión interna equivocada</li> <li>• Fallo en rotor</li> <li>• Rotor descentralizado</li> <li>• Tensión debajo de la nominal</li> <li>• Frecuencia debajo de la nominal</li> <li>• Capacitancia debajo de la especificada</li> <li>• Capacitores conectados en serie al revés de paralelo</li> </ul>
Par máximo bajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falla en rotor</li> <li>• Rotor con inclinación de barras arriba del especificado</li> <li>• Rotor descentralizado</li> <li>• Tensión debajo de la nominal</li> <li>• Capacitor permanente abajo del especificado</li> </ul>

Continuación tabla XI.

Corriente en vacío alta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrehierro arriba del especificado</li> <li>• Tensión arriba del especificado</li> <li>• Frecuencia abajo del especificado</li> <li>• Conexión interna equivocada</li> <li>• Rotor descentralizado</li> <li>• Rotor arrastrando</li> <li>• Rodamientos defectuosos</li> <li>• Tapa con mucha presión o mal encajada</li> <li>• Chapas magnéticas sin tratamiento</li> <li>• Capacitor permanente fuera del especificado</li> <li>• Platinera / centrífugo no abren</li> </ul>
Corriente alta en carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensión fuera de la nominal</li> <li>• Sobrecarga</li> <li>• Frecuencia fuera de la nominal</li> <li>• Correas muy estiradas</li> <li>• Rotor arrastrando en el estator</li> </ul>
Resistencia de aislamiento baja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aislante de ranura dañados</li> <li>• Cables cortados</li> <li>• Cabeza de bobina rozando en carcasa</li> <li>• Presencia de humedad o agentes químicos</li> <li>• Presencia de polvo sobre el embobinado</li> </ul>
Calentamiento de los descansos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demasiada grasa</li> <li>• Excesivo esfuerzo axial radial de las correas</li> <li>• Eje tuerto</li> <li>• Tapas flojas o descentralizadas</li> <li>• Falta de grasa</li> <li>• Materia extraña en grasa</li> </ul>
Sobrecalentamiento del motor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilación obstruida</li> <li>• Ventilación menor</li> <li>• Tensión o frecuencia fuera de la especificada</li> <li>• Rotor arrastrando</li> <li>• Rotor con falla</li> <li>• Estator sin impregnación</li> <li>• Sobrecarga</li> <li>• Rodamientos defectuosos</li> <li>• Arranques consecutivos</li> <li>• Entrehierro abajo del especificado</li> <li>• Capacitor permanente inadecuado</li> <li>• Conexiones equivocadas</li> </ul>

Continuación tabla XI.

Alto nivel de ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desbalanceo</li> <li>• Eje tuerto</li> <li>• Alineación incorrecta</li> <li>• Rotor fuera de centro</li> <li>• Conexiones equivocadas</li> <li>• Cuerpos extraños en el entrehierro</li> <li>• Objetos detenidos entre ventilador y tapa deflectora</li> <li>• Rodamientos gastados</li> <li>• Combinación de ranuras inadecuadas</li> <li>• Aerodinámica inadecuada</li> </ul>
Vibración excesiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotor fuera de centro</li> <li>• Desbalanceo en la tensión de la red</li> <li>• Rotor fallado</li> <li>• Conexiones equivocadas</li> <li>• Rotor desbalanceado</li> <li>• Descansos con huelgo</li> <li>• Rotor arrastrando</li> <li>• Eje tuerto</li> <li>• Huelgo en las chapas del estator</li> <li>• Uso de grupos fraccionarios en bobina de motores monofásicos de capacitor permanente</li> </ul>

Fuente: Manual de instalación y mantenimiento de motores eléctricos weg Motors & drivers. p. 2-19

#### 4.4. Alineación de ejes

Actividad que consiste en la ubicación correcta de ejes entre los componentes conductores y conducidos, en equipos como bombas, cajas reductoras, generadoras, entre otros equipos, lo cual permite un correcto funcionamiento de los mismos.

La alineación de ejes es importante y necesaria su verificación periódica, ya que al no estar correctamente alineado un eje se producirá vibración, la cual es perjudicial, ya que produce daño a componentes del equipo y acorta su vida útil.

Para la alineación de ejes intervienen varios factores los cuales deben de tomarse en cuenta como lo son: nivel del suelo, imperfecciones de la superficie, limpieza del área, altura entre componentes, tamaño de componentes, tipo de pernos o tornillos a utilizar, entre otros; para evitar dificultades durante el proceso de alineación, pérdida de tiempo o daños al equipo por golpes con herramientas o elementos de apoyo.

Se recomienda la utilización de equipo adecuado para la alineación de ejes, ya que por el método de prueba y error no se contará con la exactitud necesaria. Al mismo tiempo es de vital importancia el balanceo de partes giratorias, ya que son la principal causa de vibración en los sistemas.

El balance de rotores sirve para:

- Prolongar la vida de rodamientos
- Minimizar vibración
- Minimizar ruido
- Reducir pérdidas de potencia
- Incrementar calidad de un producto

Posibles causas del desbalance:

- Tolerancias de fabricación, incluyendo fundición, maquinaria y ensamblaje.

- Variación entre materiales como vacíos, porosidad, grano, densidad y terminado.
- Distorsiones, cambios de dimensión, concentración de cargas, fuerzas aerodinámicas, cambios de temperatura.
- Velocidad crítica

Tipos de desbalance:

- Desbalance estático: relacionado con el centro de gravedad de los componentes.
- Desbalance de acoplamientos
- Desbalance cuasi- estático: ocurre cuando el eje de inercia central se intersecta con el eje en otro punto del centro de gravedad.
- Desbalance dinámico: es el más común, ocurre cuando el eje de inercia central no está paralelo ni se intersecta con el eje.

#### **4.5. Rodamientos**

Los rodamientos son todos los componentes diseñados para centrar ejes, reducir fricción, facilitar rotación u oscilación, los cuales pueden estar sujetos al eje o en una posición fija cargando al eje. Éstos pueden ser planos o circulares y se subdividen según aplicación.

Sus componentes son:

- Elemento rodante (de bolas o rodillos)
- Anillo interior
- Anillo exterior
- Separador o jaula

Para la instalación o extracción de cojinetes, se aplicará un procedimiento dependiendo del tipo de rodamiento y la posición en la que fue instalado. Existen diferentes métodos como la dilatación por calentamiento, lo cual puede realizarse sumergiendo el cojinete en un baño de aceite caliente, o calentándolo con resistencias eléctricas, entre otros.

Al instalarlos debe tenerse cuidado al aplicar presión sobre algún punto del rodamiento al momento de instalarlo; la presión debe aplicarse, en el caso de ser un eje, en el anillo interno, ya que es el que se encuentra en contacto directo con el eje, al mismo tiempo verificar alineación del mismo.

Para los cojinetes de fricción es importante tener un control en la reposición de lubricante, para que pueda mantener su capacidad, ya sea por presión, bombeo, por gravedad o con baños de aceite (especialmente en ejes verticales).

- Montaje en frío o forzado
  - Es apropiado para todos los cojinetes menores de 4".
  - Debe realizarse uniformemente alrededor del lado de la cara del cojinete y a presión.

- Puede utilizarse una sección de tubo de una medida adecuada o una placa plana. Aplicar una fina capa de aceite.
- No es apropiada la utilización de punzón y un martillo.
- Este tipo de montaje debe realizarse a todos los cojinetes sellados y blindados o protegidos.
- Montaje a temperatura
  - Aplicable a cualquier cojinete abierto.
  - Calentar el cojinete en su totalidad, colocarlo a presión hasta la posición correcta y sostenerlo hasta que enfríe y se sujete al eje.
  - Las temperaturas no deben exceder de 250 F.
  - Puede realizarse con placas calientes, hornos, inducción o baño de aceite caliente.
  - Si el calentamiento en la carcasa del cojinete no es práctico, aplicar hielo seco para enfriamiento. El inconveniente con este procedimiento es el alto riesgo de corrosión en el rodamiento
  - Si se realiza calentamiento por inducción, desenergizar cojinete.

El cambio de cojinetes por falla se da, principalmente, por sobrecalentamiento, ruido excesivo, vibración o juego entre el cojinete y el eje, y la mayoría se relacionan con una lubricación inadecuada.

Tabla XII. **Causas comunes de fallas en cojinetes**

Sobrecalentamiento	Vibración	Girando sobre el eje	Unión al eje	Cojinete ruidoso	Fuga de lubricante
Inadecuada lubricación, insuficiente o excesiva lubricación	suciedad de cojinete	crecimiento de carrera por sobrecalentamiento o desgaste	lubricante caducó	lubricante caducó	sobre lubricación
licuefacción o aireación de grasa	fatiga en elementos rodantes	ajuste inicial inapropiado	corrosión por contaminantes abrasivos	lubricación inadecuada	grasa con consistencia suave
aceite espumoso	rotor desbalanceado	deflexión excesiva en eje	cojinete apretado	cojinete apretado	deterioro del lubricante por operación a altas temperaturas
abrasión o corrosión por contaminantes, distorsión de carcasa	eje desalineado	superficie áspera del eje	jaula desgastada	contaminación	grasa caducó
conductos de aceite bloqueados	carrera desalineada		partes planas en carrera o elementos rodantes	rozamiento del sello	desgaste en sello



Continuación tabla XII.

jaula desgastada	resonancia en carcasa		terminal del eje expandido	cojinete resbala en el eje o carcasa	cojinetes incorrectos, cojinetes diseñados sólo para ejes horizontales
	corrosión			elementos rodantes dañados	falla del sello
				mal ensamblaje de elementos rodantes	ventilación obstruida
					ingreso de aire en lubricante

Fuente: SMITH Ricky; MOBLEY Keith *Industrial machinery repair practices pocket guide*, por Integrated Systems, Inc. p. 80.

#### 4.6. Acoplamientos

Accesorios cuyo objetivo es la unión de dos ejes o tuberías, los cuales cumplen dos tareas principales: el de transmitir poder de torsión entre la fuente transmisora y la unidad receptora y absorber las variaciones de torque en la transmisión. Éstos no están diseñados para corregir la falta de alineación entre dos ejes.

Éstos pueden ser acoples rígidos o flexibles y para aplicaciones especiales. En el caso de los acoples rígidos al unir dos ejes, estos trabajan como si fuera uno solo; éstos pueden ser tipo brida, Split, flexibles, entre otros.

Para su instalación debe considerarse la preparación del eje, del acople, herramientas, lubricación (dependiendo del tipo de acople), espaciamiento, alineación.

- Para el mantenimiento, dependiendo del tipo:
  - Inspección visual
  - Verificar desgaste y posibles fisuras
  - Verificar lubricación
  - Durante su funcionamiento controlar cambios de temperatura, el aumento de ésta indicará desalineación y concentración de esfuerzos

#### **4.7. Engranajes y cajas reductoras**

Un engranaje es un elemento mecánico en forma de disco con dientes, diseñado para la transmisión de potencia. Su forma dependerá de la función o trabajo que realicen; éstos pueden ser:

- Ejes paralelos:
  - Cilíndricos de dientes rectos
  - Cilíndricos de dientes helicoidales
  - Doble helicoidales
  
- Ejes perpendiculares:
  - Helicoidales cruzados
  - Cónicos de dientes rectos
  - Cónicos de dientes helicoidales

- Cónicos hipoides
- De rueda y tornillo sin fin
- Por aplicaciones especiales:
  - Planetarios
  - Interiores
  - De cremallera
- Por la forma de transmitir el movimiento:
  - Transmisión simple
  - Transmisión con engranaje loco
  - Transmisión compuesta
  - Tren de engranajes
- Transmisión mediante cadena o polea dentada:
  - Mecanismo piñón cadena
  - Polea dentada

La mayoría de problemas que se presentan van relacionados con la dirección de giro de los engranajes, ya que la mayoría de ellos están diseñados para funcionar en una sola dirección. El fallo se presenta cuando se invierte el giro o por falta de lubricación.

Tabla XIII. **Fallas comunes en engranajes y cajas reductoras**

CAUSAS	problemas								
	Fallas de engranajes	variación en potencia de torsión	insuficiente potencia de salida	rodamientos sobrecalentados	Corta vida de rodamientos	sobrecarga	Excesiva vibración	Altos niveles de ruido	Problemas de motor
Eje doblado				*	*	*	*		
Los pernos o tornillos rotos o flojos				*			*		
Motor dañado						*	*		*
Engranajes elípticos		*	*			*	*		
Excede potencia nominal al freno del motor			*			*			
Juego excesivo o poco	*	*							
Excesiva carga de torsión	*	*	*	*	*	*			*
Objeto extraño en el cárter	*						*	*	*
Set de engranajes no adecuados para su aplicación	*	*	*			*	*		
Engranajes montados al revés			*				*	*	
Distancia incorrecta entre centros de ejes		*					*	*	
Dirección de giro incorrecta		*	*			*	*		
La falta de lubricación o inadecuada	*			*	*		*	*	*
Desalineación de engranajes	*	*		*	*		*	*	
Sobrecarga	*		*	*	*	*			
Proceso inducido por desalineación	*			*	*				
Fundación inestable		*		*			*	*	
Agua o productos químicos en la caja de cambios	*								
Cojinetes desgastados							*	*	
Acoplamiento desgastado							*		

Fuente: Integrated Systems, Inc.

#### 4.8. Válvulas de control

Las válvulas de control son clasificadas por fluidos y por procesos; controlan el fluido de gases o líquidos a través de un proceso. Las válvulas pueden ser para sistemas hidráulicos o neumáticos, y su diseño dependerá de su función dentro del proceso, forma de accionamiento y fluido que controlan.

Para la identificación de las mismas se le asignan una o más letras, las cuales indican el tipo de fluido que la válvula fue diseñada para controlar, como s: *steam* (vapor) w: *water* (agua), o: *oil* (aceite), y otros.

La selección de éstos es importante, ya que dependiendo del diseño de la válvula ocasiona pérdidas en el sistema. Otro punto importante es la operación de éstas, ya que algunos sistemas trabajan con elevada presión o temperatura, por ejemplo:

- En sistemas de bombeo de agua: el agua viaja a gran velocidad y presión, al cerrar rápidamente una válvula o apagar el equipo repentinamente puede producirse un golpe de ariete, lo cual puede producir rupturas en tuberías al retornar la columna de agua.
- En sistemas de vapor: debido a que las tuberías antes de que el vapor fluya a través de ellas, éstas se encuentran a una temperatura demasiado baja, comparándola con la del vapor; al abrir repentinamente la válvula en su totalidad produce que el vapor se condense instantáneamente, produciendo vibración en las tuberías, concentración de esfuerzos, entre otros problemas.

#### 4.8.1. Trampas de vapor

Son válvulas automáticas utilizadas en las líneas de vapor, encargadas de remover el condensado, aire y otros gases no condensables contenidos en el flujo de vapor, sin que este mismo se pierda. Entre las trampas de vapor más importantes están:

- Trampas termostáticas: operan por los cambios de temperatura de los fluidos. Estas pueden ser de:
  - Expansión líquido
  - Presión termostática balanceada
  - Bimetálica
  
- Trampas mecánicas: éstas operan por los cambios de densidad en los fluidos, censando la diferencia de densidad entre el vapor y el condensado; el condensado es enviado al fondo por tener una mayor densidad y liberado posteriormente. Estas pueden ser:
  - Balde o cubeta invertida
  - Flotador
  
- Trampas termodinámicas: funcionan por cambios en la dinámica de los fluidos, basado en la vaporización flash del condensado. Pueden ser de los siguientes tipos:
  - Disco
  - Impulso
  - Laberinto

- Orificio fijo
- Revisión y mantenimiento de trampas de vapor
  - Inspecciones visuales
  - Chequeos de temperatura
  - Ultrasonido
  - Infrarrojo

Las causas posibles de mala operación son producidas por:

- Corrosión: ésta dependerá de las características del condensado, tratamiento que se le da al agua y el material de la trampa.
- Golpe de ariete.
- Suciedad: puede ser provocado por los componentes del tratamiento del agua arrastrados más allá de la caldera, por corrosión de la parte interna de la tubería arrastrada hasta las trampas.

La frecuencia estimada sugerida para el chequeo de las trampas de vapor es la siguiente:

- De 30 a 150 psig, mensualmente o cada tres meses
- Debajo de 30 psig, anualmente

Tabla XIV. Fallas comunes en trampas de vapor

CAUSAS	PROBLEMA							
	trampa no va a descargar	no cerrará	salida continua de vapor	capacidad cae repentinamente	condensado no drena	el vapor no proporciona el calor suficiente	trampas se congelan en invierno	flujo retorna en la línea de retorno
Contrapresión demasiado elevada				x				
Espuma de la caldera		x				x		
Indicador de la caldera se lee bajo	x							
Bypass abierto o con fugas	x		x					
Carga de condensado más de diseño		x						
Condensado cortocircuito					x			
Elementos termostáticos defectuosos						x		
La suciedad o la escala en la trampa			x		x			
Línea de descarga horizontal en grandes tramos							x	
Intermitente a cambio principal				x				x
Alta presión de descarga en las trampas de baja presión volver								x
Accesorios incorrectos o conectores				x				x
Partes internas de la trampa roto o dañado	x	x	x		x			
Partes internas de conectar la trampa	x				x			
Aumento de la carga de condensado		x						
Fugas de vapor		x						
No la pierna por delante de enfriamiento de la trampa termostática						x		x
Bypass abierto o de ventilación en la línea de retorno				x				
Dirección incorrecta del regulador de presión	x							
Carga mayor a la de diseño		x						
Conexiones en las líneas de retorno				x				
Conexión en el filtro, válvula, accesorio o por delante de la trampa	x							
asiento de la válvula en la trampa fuera de lugar						x		
alta presión de vapor	x							
sistema con ingreso de aire					x			
Trampa y tuberías sin aislar							x	
trampa por debajo de la línea principal de retorno				x				x
salida de vapor por la trampa hacia el retorno				x				
baja presión de descarga				x	x			
Trampa demasiado pequeño para la carga		x						

Fuente: Integrated Systems Inc.



#### 4.8.2. Válvulas solenoides

Son dispositivos operados eléctricamente, utilizados para controlar el flujo de líquidos o gases en posición normalmente abierta o normalmente cerrada.

- Mantenimiento: controlar el buen estado exterior, principalmente la pintura para evitar corrosiones. Cualquier manipulación de las válvulas para control o reparación requiere su desconexión del circuito eléctrico y del circuito frigorífico.

Tabla XV. **Fallas comunes en válvulas solenoides**

POSIBLES FALLOS	REVISAR
VÁLVULA NO ABRE	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar voltaje y consumo de la bobina</li><li>• Bobina quemada</li><li>• Bobina no recibe tensión</li><li>• Taladro en la junta del cabezal mal alineado con los taladros del cuerpo</li><li>• Suciedad o daños en el interior de las líneas piloto o el asiento principal</li></ul>
VÁLVULA NO CIERRA	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar voltaje y consumo de la bobina</li><li>• Comprobar que llega la orden de cerrar</li><li>• Se corta la alimentación eléctrica</li><li>• Sentido de circulación erróneo</li><li>• Pistón bloqueado</li><li>• Suciedad o daños en el interior de las líneas piloto o el asiento principal</li></ul>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.9. Equipos de bombeo

Un equipo de bombeo es un transformador de energía mecánica proveniente de un motor eléctrico o de combustión interna convirtiéndola en energía cinética que un fluido adquiere en forma de presión, posición o velocidad. Éste está conformado por un impulsor, el cual puede ser de distintos tipos, y un motor.

- Mantenimiento: el mantenimiento dependerá del tipo de equipo de bombeo. La mayoría de equipos trabajan con motores eléctricos. Realizar servicio de mantenimiento según se indica en la sección de motores eléctricos. Tomar en cuenta la dirección de rotación del impulsor y rosca del tornillo.
  
- Inspecciones
  - Diaria/ Semanal
    - Comportamiento del equipo durante su operación
    - Existencia de fugas
    - Temperaturas de trabajo
    - Vibración
  
  - Semestral
    - Revisión del anclaje del equipo
    - Alineamiento de poleas, falas
    - Apriete de tornillos y protectores
    - Desgaste de elementos

- Para la parte mecánica revisar, realizar, corregir o reemplazar:
  - Limpieza periódica del equipo
  - Fugas
  - Estopas
  - Eje
  - Chumaceras
  - Poleas
  - Fajas
  - Lubricación
  - Impulsor o engranajes
  - Sello mecánico
  - Protector
  - Anclaje

Tabla XVI. Posibles fallas y soluciones en equipos de bombeo

Bomba se sobrecalienta y se cala										
↓	Vida de cojinetes es corta									
↓	Bomba vibra o es ruidosa									
↓	Vida de junta mecánica es corta									
↓	Junta mecánica gotea mucho									
↓	Bomba demanda demasiada potencia									
↓	Bomba pierde el cebado después del arranque									
↓	La presión desarrollada es insuficiente									
↓	La capacidad entregada es insuficiente									
↓	La bomba no entrega líquido									
↓	CAUSAS PROBABLES					POSIBLES REMEDIOS				
A. Problemas del sistema										
●						● Bombas no cebada	Comprobar llenado es completo.			
	●				● ●	Bomba o tubo aspiración no están llenos completamente de líquido.	Comprobar y terminar el llenado.			
●	●				● ● ●	Al tura succión muy alta o nivel muy bajo	Chequear $NPSH_A > NPSH_R$ , inmersión apropiada, pérdidas en filtros/accesorios.			
					● ● ●	Cantidad excesiva de aire o gas en líquido.	Chequear y purgar tuberías.			
					● ● ●	Burbuja de aire o vapor en línea de succión	Verificar diseño línea succión por si hubiera burbujas.			
					● ●	Escapes de aire en línea de succión.	Comprobar tubería estanca al aire, luego juntas y junta de estanqueidad.			
					● ●	Hay fugas de aire en la bomba que provienen de la junta mecánica, juntas de camisa, junta del cuerpo o tapones tubería.	Comprobar tubería estanca al aire, luego juntas y junta de estanqueidad.			
	●				●	Válvula de pie muy pequeña.	Investigar recambio de la válvula.			
	●				●	Válvula de pie parcialmente obstruida.	Limpiar válvula.			
	●				● ● ●	Entrada tubo succión no inmersocompletamente.	Comprobar diseño sistema			
					● ● ●	Altura total del sistema superior a la altura diferencial de la bomba.	Verificar altura descarga y pérdidas en tubería descarga a los ajustes de válvula. Comprobar que contrapresión no sea muy alta.			
				●		Altura total del sistema inferior a la altura de diseño de la bomba.	Agarrotar la válvula de descarga o preguntar a Flowserve si se puede ajustar el impulsor.			
				●		Peso específico del líquido es diferente del de diseño.	Consulte con Flowserve.			
				●	● ●	Viscosidad del líquido difiere de la de diseño.	Consulte con Flowserve.			
●	●					Operación a muy baja capacidad.	Medir valor y comprobar mínimo permitido.			
	● ●					Operación a alta capacidad	Medir valor y comprobar máximo permitido.			
B. Problemas mecánicos										
● ● ● ● ● ●						Desalineamiento debido a fatiga en tubería.	Verificar conexiones de brida y eliminar esfuerzos por medio de acoplamientos elásticos u otro método permitido.			
	●					Fundación de diseño inadecuado.	Chequear ajuste de placa de asiento. apretar, ajustar, inyectar cemento en placa según se requiera.			
	● ● ● ● ●					Eje curvado.	Chequear descentramiento eje esté dentro de valores aceptables.			
● ● ●					●	Parte rotatoria roza con parte estacionaria internamente.	Comprobar si existen señales y consultar con Flowserve, si es necesario.			
● ● ● ● ● ●						Cojinetes desgastados.	Recambiar cojinetes.			

Continuación tabla XVI.

Bomba se sobrecalienta y se cala									
↓	Vida de cojinetes es corta								
↓	Bomba vibra o es ruidosa								
↓	Vida de junta mecánica es corta								
↓	Junta mecánica gotea mucho								
↓	Bomba demanda demasiada potencia								
↓	Bomba pierde el cebado después del arranque								
↓	La presión desarrollada es insuficiente								
↓	La capacidad entregada es insuficiente								
↓	La bomba no entrega líquido								
						CAUSAS PROBABLES		POSIBLES REMEDIOS	
				•	•	•	Superficies del anillo de desgaste están desgastadas.	Recambiar superficies de anillo de desgaste desgastadas.	
	•				•	•	Impulsor dañado o erosionado.	Reponer el impulsor y comprobar la razón.	
			•				Derrame por debajo de camisa debido a fallo de la junta.	Recambiar junta y comprobar daño.	
		•	•	•			Junta mecánica mal instalada.	Verificar alineamiento de caras o piezas averiadas y método de ensamblaje usado.	
		•	•	•			Tipo incorrecto de junta mecánica para las condiciones de operación.	Consulte con Flowserve.	
•	•	•	•	•	•		Eje funciona descentrado debido a desgaste o desalineamiento de cojinetes.	Comprobar desalineamiento y subsanar, si es necesario. Si el alineamiento es satisfactorio, verificar si los cojinetes tienen mucho desgaste.	
	•	•	•	•			Impulsor desequilibrado debido a vibración.	Verificar y consultar con Flowserve.	
			•	•	•		Sólidos abrasivos en líquido bombeado.	Verificar y consultar con Flowserve.	
			•	•			Junta mecánica funcionaba en seco.	Comprobar estado de la junta mecánica y causa del funcionamiento en seco, y reparar.	
•	•	•	•	•	•		Desalineamiento interno debido a reparaciones inadecuadas que producen roce con el impulsor.	Verificar método de ensamblaje, posibles daños o estado de limpieza durante el ensamblaje.	
•	•	•					Empuje excesivo causado por fallo mecánico en la bomba.	Verificar desgaste del impulsor, holguras y conductos de líquido.	
	•	•					Exceso de grasa en cojinetes de bolas.	Comprobar método de reengrase.	
	•	•					Falta de lubricación en cojinetes.	Verificar horas funcionamiento desde último cambio de lubricante, programa y sus bases.	
	•	•					Instalación incorrecta de cojinetes.	Verificar método de ensamblaje, posibles daños o estado de limpieza durante el ensamblaje y tipo de cojinete usado.	
	•	•					Cojinetes averiados debido a contaminación.	Chequear fuente contaminación y recambiar cojinetes averiados.	
							C. PROBLEMAS ELÉCTRICOS DEL MOTOR		
	•			•	•	•	Sentido de rotación erróneo.	Invertir 2 fases en caja de bornas del motor.	
	•				•	•	Motor funciona muy lento.	Comprobar conexiones y tensión de la caja de bornas del motor.	

Fuente: Integrated Systems Inc.

#### **4.10. Lubricación**

Es una acción, la cual consiste en aplicar un fluido con determinada viscosidad entre dos o más superficies en contacto y movimiento, formando una capa la cual evita que las superficies se encuentren en contacto directo y así evitar fricción entre ellas y por consiguiente calor y desgaste entre ellas.

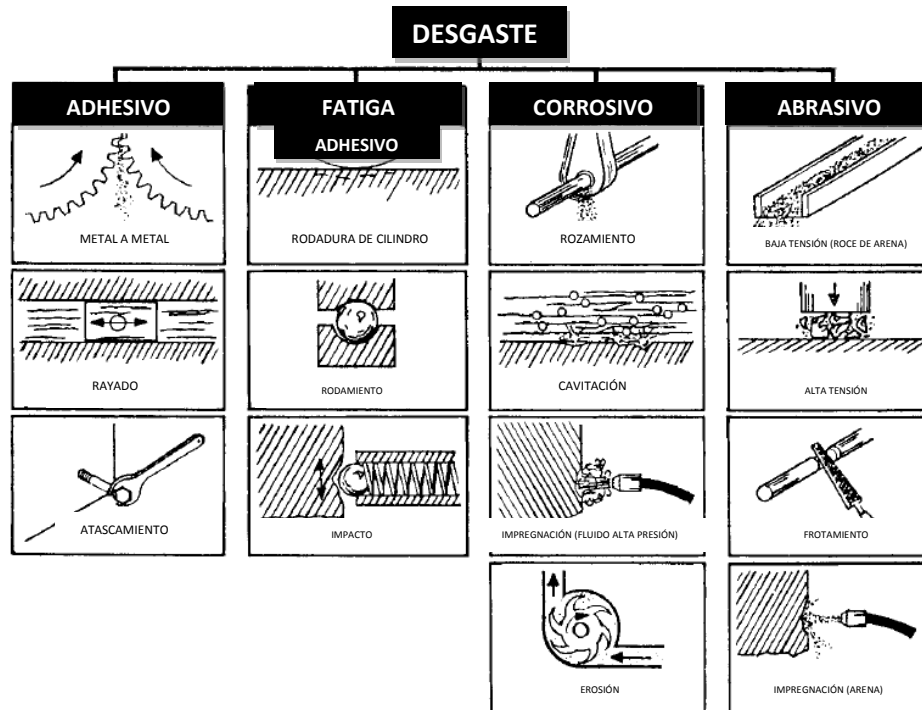
Algunos de los objetivos de la lubricación son:

- Separar superficies de elementos mecánicos en contacto y movimiento
- Prevenir desgaste y ralladuras
- Reducir la resistencia al movimiento
- Reducir temperatura
- Remover contaminantes
- Proteger de la corrosión
- Limpieza y remoción del desgaste

Los factores que afectan la lubricación son:

- Altas velocidades
- Dificultad en relubricación
- Ejes no horizontales
- Aplicaciones donde no son toleradas las fugas

Figura 5. Tipos de desgaste



Fuente: BLOCH Heinz P.; GEITNER Fred K. *Machinery component maintenance and repair*, p. 520.

#### 4.11. Recomendaciones varias

Tomar en consideración la revisión periódica de los siguientes componentes:

##### 4.11.1. Conexiones eléctricas

Revisar y corregir: el estado de las conexiones eléctricas, del aislante (cinta adhesiva), tornillos flojos, la existencia de tapaderas, limpieza minuciosa de polvo existente. Verificar que no exista un aumento considerable de

temperatura en las conexiones, de ser así realizar mediciones en líneas para verificar sobre-corriente.

Realizar mediciones para verificar el buen estado de las líneas antes de realizar una instalación, si no se está seguro, para evitar cualquier tipo de eventualidad.

#### **4.11.2. Tuberías**

Verificar que no existan fugas en uniones, si las hay evaluar la condición de la tubería, si puede ser reparada en el momento o realizar una reparación provisional en caso de ser una línea principal o una línea que no pueda ser bloqueada por un largo plazo y programar reparación.

Verificar que el estado del aislante se encuentre en condiciones aceptables, para evitar pérdidas de temperatura en el sistema. De no tener aislante verificar que no existan indicios de corrosión, de ser así, lijar y pintar la parte dañada.

#### **4.11.3. Reguladores de presión**

Revisar, corregir y verificar que no existan fugas, chequear que la presión de funcionamiento sea el rango establecido, verificar el correcto funcionamiento de los manómetros de entrada y salida del regulador de presión (en caso de existir).

#### **4.11.4. Filtros**

Realizar limpieza de los filtros frecuentemente y dependiendo de las condiciones de trabajo y estado del elemento a filtrar, de esto dependerá la



regularidad con que se realice esta operación y en caso de ser reutilizables, de lo contrario reemplazar según especificaciones del mismo.

Verificar el estado de empaques o sellos, en caso de poseer alguno, que no existan fugas.

#### **4.11.5. Poleas**

Revisar y corregir: la alineación de éstas, ya que con una mala alineación puede producir excesiva vibración en un sistema, aumento de temperatura, desgaste prematuro de fajas, entre otros. Revisar periódicamente la sujeción de éstas al eje, o donde se encuentre instalada, esto evitará deslizamientos, desgaste de la pieza y eje.

#### **4.11.6. Fajas y cadenas**

Revisar, corregir y verificar la tensión de estas, ya que a falta de ellas, disminuye la fricción, se deslizan, hay desgaste y aumento de temperatura (en el caso de fajas) y en cadenas producirán saltos en los dientes de los engranes, verificar periódicamente la lubricación de ésta para evitar el desgaste prematuro de las mismas.

Para las fajas verificar que no existan ranuras a lo largo de la misma ya que puede deshilarse, algunas ranuras a lo ancho de la faja es aceptable.

Al realizar reemplazo de fajas, no hacerlo solamente con la dañada, deben cambiarse todas (en el caso que el equipo o componente utilice más de una en un solo punto), ya que no se encontrarán en mismas condiciones de trabajo, se reducirá la vida útil de la faja nueva.

#### **4.11.7. Serpentes (radiadores)**

Tomar en cuenta la limpieza regular de estos componentes, ya que al existir residuos de polvo o suciedad, no existirá un eficiente intercambio térmico y no cumplirá con su función correctamente.

Tener cuidado con las laminillas que cubren la tubería, ya que éstas son las encargadas de dirigir el flujo de aire a través del radiador; deben estar derechas y libre de obstrucciones. Asegurar una correcta sujeción a la base donde se encuentran colocados, para evitar fisuras en tuberías y evitar fugas en el sistema.

#### **4.11.8. Rejillas de seguridad**

Verificar que exista este tipo de protección en todos los equipos que tengan partes giratorias expuestas, para evitar cualquier tipo de accidente.

#### **4.11.9. Manómetros**

Si existe una válvula entre tubería y manómetro, abrir o cerrar lentamente, esto evitará que la presión golpee directamente al manómetro.

Utilizar el equipo adecuado (herramientas y equipo de seguridad) en la realización de trabajos para evitar cualquier tipo de eventualidad, como: golpes, quemaduras, inhalación de gases, entre otros. Evitar prendas de ropa flojas ya que éstas pueden llegar a introducirse o enredarse en algún equipo.

#### **4.11.10. Apriete de tornillos**

Es importante verificar periódicamente el apriete y existencia de tornillos, pernos, tapaderas, rejillas de seguridad y otros. Al existir pernos o tornillos flojos se corre el riesgo, en el caso de algunos equipos y dependiendo del tipo que sean, de provocar vibración excesiva, desgaste de algunos elementos, pérdida de piezas pequeñas o accidentes. Controlar la existencia, estado y buena colocación de rejillas de seguridad y tapaderas.

Es necesario la utilización de un torquímetro, para el apriete de tornillos en elementos importantes, o según características de tornillos en componentes, como en uniones, pasadores, culata de motor, bombas, entre otros y no exceder el 25% de torque máximo al apretar tornillos, ya que esto puede producir una falla al tornillo o la unión.



## CONCLUSIONES

1. Uno de los problemas principales y más notables referente a los servicios que la División de Ingeniería y Mantenimiento presta al centro asistencial, es la limitación de recursos que le son asignados; recepción de material solicitado incompleto o no ingresado, teniendo como consecuencia el retraso al asistir un equipo en forma eficiente, la realización de reparaciones provisionales, pérdidas económicas, debido a fugas (vapor, agua, lubricantes), daño a equipos por falta de operación, entre otros.
2. Para la realización de servicios de mantenimiento, deben tomarse como base los recursos que se tienen a disposición, ya que la práctica de mantenimiento mal planteado, mal planificados o la falta de éstos, pueden llegar a tener altos costos.
3. Las rutinas de mantenimiento efectuadas se fundamentan en recomendaciones de fabricantes, manuales de los equipos y análisis en general de los componentes; se llevó a cabo de esta forma, ya que no existe un historial de los equipos en cuanto a fallo y problemas frecuentes que los mismos presentan. Con esto se puede garantizar, no sólo el buen estado y operación de los equipos, evitar paros en producción, sino también, la protección a la vida y seguridad a los pacientes usuarios de este hospital.
4. Por mínimo que sea el mantenimiento, es importante que se le aplique a un equipo, independientemente del tipo que sea o la función que cumpla, por ejemplo, el cambio de un empaque, reapriete de una pieza u otros,

éste podrá evitar un problema mayor el cual puede ocasionar mayores gastos para su reparación.

5. La realización del inventario técnico es uno de los pasos para implementar un plan de mantenimiento, sirve para llevar un registro detallado de los equipos a los que se tienen a disposición, el cual incluye desde características básicas del mismo, ubicación, código, hasta datos específicos, como el tipo de energía que utiliza para su funcionamiento, presiones de trabajo, capacidades, accesorios, entre otros.

## RECOMENDACIONES

A la administración de la División de Ingeniería y Mantenimiento:

1. Dar inicio al historial de fallos de los equipos e incluir anexos en cuanto a chequeos necesarios a las rutinas de mantenimiento que así las requieran, para la recopilación de datos necesarios y así completar las rutinas.
2. Seleccionar y aplicar las rutinas de mantenimiento propuestas con base en los recursos que la División de Ingeniería y Mantenimiento tiene a disposición, ya que se guían en recomendaciones del fabricante y no en las condiciones que el equipo se desenvuelve.
3. Seguimiento continuo, en cuanto a inspecciones, para corroborar el buen cumplimiento de las labores de mantenimiento y resultados obtenidos durante el proceso.
4. Coordinar con las empresas externas que brindan servicios de mantenimiento y seleccionar a un encargado para la supervisión del personal externo que presta el servicio, para establecer un procedimiento y llevar un control, desde que se presentan al hospital, formularios por llenar, salida de equipos, e informar de cualquier situación de interés para la División de Ingeniería.
5. Dar a conocer la importancia del papel que el mantenimiento juega dentro de cualquier institución, especialmente dentro de un centro asistencial; interpretarlo como una inversión y no como un gasto, ya que de este

depende en su mayoría del funcionamiento, tipo de servicio y calidad que se brinda.

Al jefe del Departamento Financiero:

6. Al realizar cambios o modificaciones, en cuanto a equipos o en instalaciones, coordinar especialmente con la División de Ingeniería, ya que debe realizarse un análisis sobre capacidades y limitaciones en las instalaciones de los equipos, tipo de energía que necesitan para funcionar y datos necesarios para una correcta selección de equipos o modificaciones.
7. Procurar la obtención completa de materiales, ya que la falta de alguna de éstos ocasiona retraso o paros, en cuanto a la realización de trabajos dando lugar a la implementación de trabajos provisionales.
8. Asignación de un fondo para la realización de mantenimiento preventivo, al cual tengan acceso únicamente los jefes de la división para la compra de materiales necesarios, que no excedan de cierta cantidad de dinero y evitar paros innecesarios en solicitudes, para la intervención de equipos urgentes.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BLOCH, Heinz P.; GEITNER, Fred K. *Machinery component maintenance and repair*. 3a ed. Oxford: Elsevier Butterworth–Heinemann. Practical Machinery Management for Process Plants, 2005. 641 p.
2. GONZÁLEZ SILVA, Carlos A. *Manual de mantenimiento de los servicios de salud instalaciones y bienes de equipo*. Hernández, Antonio; Novaes, Humberto (col.). vol. II, num. 6. Washington. *Manuales operativos PALTEX*, 1996. Serie HSP-UNI. 82 p.
3. HIDALGO B., Juan C. *Análisis de las zonas de la falla de motores eléctricos*. Grupo TERMOGRAM, San José, Costa Rica. Documento [en línea]: <[http://www.termogram.com/pdf/nov14\\_03/Paper\\_IEEE\\_Concapan\\_XXI.PDF](http://www.termogram.com/pdf/nov14_03/Paper_IEEE_Concapan_XXI.PDF)> [Consulta: 1 de junio de 2011].
4. *Manual de instalación y mantenimiento de motores eléctricos*. Motors & drives. Brazil: WEG Motores, 2002. 67 p.
5. MOBLEY, Keith. *Maintenance fundamentals*. 2a ed. Oxford: Elsevier Butterworth–Heinemann, 2004. Plant Engineering Maintenance Series. 425 p.
6. SMITH, Ricky; MOBLEY, Keith. *Industrial machinery repair*. Best Maintenance Practices Pocker Guide. Oxford: Elsevier Butterworth–Heinemann, 2003. Plant Engineering Maintenance Series. 561 p.

7. *Trampas de vapor.* Metrogas. Documento [en línea]:  
<<http://w3.metrogas.cl/industria/userfiles/file/FOLLETO%205.pdf>>  
[Consulta: 1 de junio de 2011].