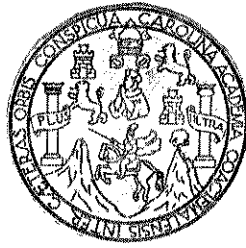


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLANTACIÓN DEL
MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y
PREVENTIVO
PARA EL HOSPITAL NACIONAL
DE SAN BENITO, PETÉN**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JORGE MARIO ROMERO ZETINA

Al conferirsele el título de

INGENIERO MECÁNICO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Guatemala, agosto de 1997

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

***IMPLANTACIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO
PARA EL HOSPITAL NACIONAL DE SAN BENITO, PETÉN***

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 10 de noviembre de 1995, referencia EIM No. 696/96.


Jorge Mario Romero Zetina.



**JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL I	Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra
VOCAL II	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL III	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL IV	Br. Victor Rafael Lobos Aldana
VOCAL V	Br. Wagner López Cáceres
SECRETARIA	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Luis Gilberto Pineda Sánchez
EXAMINADOR	Ing. José Estuardo Lima Castillo
EXAMINADOR	Ing. Miguel Angel Zetina Toralla
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

Guatemala, 30 de octubre de 1996

Ingeniero
Jorge Síguere
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica
Presente

Ingeniero Síguere:

Tengo el agrado de dirigirme a Usted para presentarle el trabajo de tesis del estudiante universitario **Jorge Mario Romero Zetina**, sobre el tema **IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO PARA EL HOSPITAL NACIONAL DE SAN BENITO, PETÉN.**

En mi calidad de asesor he analizado su contenido y cálculos realizados en dicho trabajo, por lo que llena los requisitos que la Escuela de Ingeniería Mecánica exige, recomiendo su aprobación, siendo responsable con el autor de su contenido.

Atentamente,



Ing. Miguel Angel Zetina Toralla
Colegiado No. 864
Asesor Nombrado



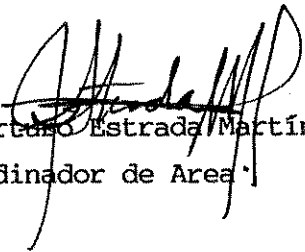
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador del Area de Materiales y Complementaria de la
Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del
Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo titulado
**Implantación del Mantenimiento Correctivo y Preventivo, para el
Hospital Nacional de San Benito, Petén**, del estudiante Jorge
Mario Romero Zetina, recomienda su autorización.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. José Arturo Estrada Martínez
Coordinador de Area

Guatemala, marzo de 1,997

/behdei.



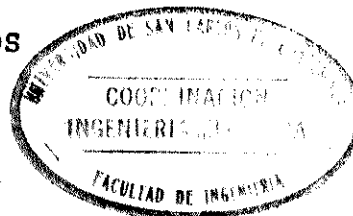
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

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 el visto bueno del Coordinador del Area de Materiales y Complementaria, al trabajo de tesis titulado Implantación del Mantenimiento Correctivo y Preventivo para el Hospital Nacional de San Benito, Petén, del estudiante Jorge Mario Romero Zetina, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑANZA A TODOS



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

DIRECTOR

Guatemala, agosto de 1,997.



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

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, Ingeniero Carlos Humberto Pérez Rodríguez, al trabajo de tesis titulado **Implantación del Mantenimiento Correctivo y Preventivo para el Hospital Nacional de San Benito, Petén**, presentado por el estudiante universitario Jorge Mario Romero Zetina, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRIMASE

ING. HERBERT RENE MIRANDA BARRIOS

DECANO

Guatemala, agosto de 1,997.



DEDICATORIA

A DIOS:

Generador de toda fuente de energía inagotable y sabiduría

A MIS PADRES:

Rafael Romero Sosa
Angelita Zetina de Romero

A MIS HERMANOS:

Carlos Rafael,
Miguel Angel,
Ivo Luis,
María de los Angeles,
Irene María y
Juan José

A MIS SOBRINAS:

Sofía María,
María Gabriela y
Nicté Mayarí

A :

Usted especialmente

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA Y

A PETÉN

**“ POR TODOS AQUELLOS QUE ENTREGARON SUS VIDAS
PARA QUE OTROS LA VIVAN MEJOR “**

EN MEMORIA A

**Karin Judith López
Oscar Zetina
Norman Rodríguez Baldizón
Emilio Morales Guerra
Luis Morales Zabala
Oscar Morales
Felipe Antonio Zetina
Julio Ochaeta
Carlos Nicolás Táger
Jorge Luis Castellanos
Juan Carlos Puga
Daniel Alvarado Uck**

**“ IMPLANTACIÓN DEL MANTENIMIENTO
CORRECTIVO Y PREVENTIVO
PARA EL HOSPITAL NACIONAL
DE SAN BENITO, PETÉN ”**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

ÍNDICE GENERAL CONTENIDO

Página

ÍNDICE GENERAL	i
ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	iii
GLOSARIO	iv
INTRODUCCIÓN	vi
1. TEORÍA DEL MANTENIMIENTO	1
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.2 FUENTE DE FALLAS.....	1
1.3 TIPOS	4
1.4 SISTEMA NACIONAL DE MANTENIMIENTO.....	7
2. INSTALACIONES MAQUINARIA Y EQUIPO.....	11
2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPO.....	11
2.2 CAMBIOS EN LAS INSTALACIONES Y SU JUSTIFICACIÓN.....	20
3. REALIDAD ACTUAL DEL MANTENIMIENTO, SUS PROBLEMAS, REPARACIONES Y COSTOS.....	22
3.1 ORGANIGRAMA DE FUNCIONES DEL HOSPITAL DE SAN BENITO, PETÉN.....	22
3.1.1 <i>PERSONAL DE MANTENIMIENTO</i>	23
3.2 REALIDAD ACTUAL DEL MANTENIMIENTO.....	24
3.3 PROBLEMAS DEL MANTENIMIENTO.....	24
3.4 REPARACIONES Y SU COSTO.....	26
3.4.1 <i>VAPOR</i>	26
3.4.2 <i>GASES MÉDICOS</i>	26
3.4.3 <i>AIRE ACONDICIONADO</i>	27
3.4.4 <i>VENTILACIÓN MECÁNICA</i>	27
4. REDISEÑO DEL AIRE ACONDICIONADO PARA QUIRÓFANOS.....	27
4.1 TEORÍA DEL DISEÑO	27
4.2 VARIABLES DEL DISEÑO.....	29
4.3 OPCIONES DEL DISEÑO Y SU RESOLUCIÓN.....	33
4.4 COSTOS	37

5. TRATAMIENTO DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO.....	38
5.1 ANÁLISIS DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO	39
5.2 TIPOS DE TRATAMIENTO	40
5.3 SELECCIÓN DEL TRATAMIENTO.....	43
5.3.1 <i>TRATAMIENTO PARA GENERAR VAPOR.....</i>	<i>43</i>
5.3.2 <i>TRATAMIENTO PARA USO HUMANO.....</i>	<i>44</i>
5.4 FACTIBILIDAD DEL TRATAMIENTO.....	45
5.4.1 <i>PARA GENERAR VAPOR</i>	<i>45</i>
5.4.2 <i>FACTIBILIDAD DEL TRATAMIENTO PARA USO HUMANO.....</i>	<i>49</i>
6. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.....	50
6.1 VAPOR.....	50
6.2 GASES MÉDICOS.....	65
6.3 AIRE ACONDICIONADO.....	67
6.4 VENTILACIÓN MECÁNICA.....	67
7. PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	68
7.1 PLANIFICACIÓN.....	68
7.2 PROGRAMACIÓN.....	69
7.3 ORGANIZACIÓN.....	76
7.3.1 <i>ORGANIGRAMA PROPUESTO PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.....</i>	<i>77</i>
7.4 SEGURIDAD E HIGIENE.....	78
CONCLUSIONES	vii
RECOMENDACIONES	viii
BIBLIOGRAFÍA	ix

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

ASHRAE	Siglas en inglés que significa Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado
BTU/H	Unidad Térmica Británica por Hora, de calor
°C	Grados centígrados
CFM	Siglas en inglés que significa pies cúbicos por minuto
COGUANOR	Siglas que significa Comisión Guatemalteca de Normas
°F	Grados fahrenheit
HP	Potencia en caballos de fuerza
kVA	Potencia aparente en kilovolt amperio
m	Metro
mm	Milímetro
NFPA	Siglas en inglés que significa Asociación Nacional de Protección contra el Fuego
'	pie
"	pulgada
pH	Porcentaje de hidrógeno
ppm	Proporciones por millón
PSI	Siglas en inglés que significan libras por pulgada cuadrada
RF 180	Resistencia al fuego durante 180 minutos
SAE	Siglas en inglés que significa Sociedad de Ingenieros Automotrices
TDS	Total de sólidos disueltos
UVI'S	Unidades de Vigilancia Intensiva

GLOSARIO

ABLANDADOR agente químico que tiene la naturaleza de cambiar sus propiedades por otras, con el propósito de disminuir la dureza del agua.

BATERÍA DE CILINDROS conjunto de cilindros que se utilizan en una central de oxígeno, o de cualquier otro tipo de gas médico

CALDERA fuente generadora de vapor o de agua caliente.

CARTA PSICROMÉTRICA representación gráfica de las propiedades termodinámicas del aire húmedo.

CONDENSADO líquido resultante del condensamiento del vapor.

CONDENSADOR parte de un mecanismo de refrigeración o aire acondicionado, que condensa el gas refrigerante cediendo el calor al ambiente.

DAMPER regulador de aire o de tiro en chimeneas.

DUCTO conducto por donde se lleva el aire u otro gas, a bajas presiones.

EVAPORADOR parte de un mecanismo de refrigeración o aire acondicionado, que evapora el gas refrigerante y absorbe calor del ambiente para refrigerar o acondicionar.

GASES MÉDICOS nombre dado en las unidades hospitalarias al oxígeno, nitrógeno, aire comprimido y vacío.

HUMEDAD RELATIVA razón de la presión de vapor real a la presión del vapor saturado a la temperatura de bulbo seco.

INSTALACIÓN DE EMERGENCIA grupo generador, con puesta en marcha automática, en caso de corte de energía; por ello, iluminación de emergencia especial en salas de operación con acumuladores.

MILÍMETROS DE COLUMNA DE AGUA unidad de presión en el sistema técnico.

NEONATOLOGÍA dependencia hospitalaria que se encarga del tratamiento a los recién nacidos.

PRESOSTATO mecanismo que se encarga de gobernar la demanda de presión de un fluido cualquiera.

SISTEMA DE EXPANSIÓN DIRECTA sistema de aire acondicionado, el cual tiene como fluido de trabajo un gas refrigerante.

TERMOSTATO mecanismo de control automático accionado por la temperatura y diseñado para que dé respuesta a la temperatura.

TRAMPA DE VAPOR mecanismo por el cual se evacua condensado y gases no condensables dentro de una tubería de vapor.

INTRODUCCIÓN

El hospital nacional de San Benito, Petén; como la mayoría de los hospitales nacionales, se encuentran con rendimientos bajos respecto al mantenimiento de sus instalaciones. Existen en éstas unidades hospitalarias, equipo e instalaciones con necesidad grande de encontrarles solución técnica y científica a sus problemas.

El ambiente socioeconómico que actualmente vive el departamento de Petén, hace necesario que la mayoría de la población acuda a un hospital estatal en busca de atención a su salud, por lo que es necesario que las instalaciones ejecuten sus funciones en un nivel óptimo de operación y así garantizar el derecho humano a la salud, basada su acción en la medicina social.

No existe un mecanismo real dentro de la institución hospitalaria que realice un seguimiento eficiente a las instalaciones del hospital, todas las soluciones a los problemas del mantenimiento se llevan a cabo experimentalmente y con base en pruebas, ésto nos lleva a la realización de este trabajo en busca de mejorar los servicios de dicho centro.

Al programar, planificar y organizar el departamento de mantenimiento, se van a encontrar soluciones prácticas y objetivas a los problemas que se tengan y cumplir con los objetivos propuestos, que son:

- * mantener en operación continua, confiable, segura y económica la totalidad de los inmuebles, instalaciones y equipo que el establecimiento de salud tiene para el otorgamiento de sus servicios
- * cumplir con la productividad del servicio hospitalario
- * estimular el factor psicológico de los trabajadores y pacientes
- * reducir los gastos de energía y fluidos
- * llenar los requisitos de seguridad e higiene en la institución

Se han encontrado limitaciones, como lo es el factor económico para el departamento de mantenimiento, la necesidad de capacitación del personal de mantenimiento, falta de equipo adecuado de trabajo, así mismo, de seguridad, falta de información técnica de los equipos, etc., pero ésto no ha sido motivo que implique la realización de este trabajo, pues hay buena voluntad por parte del personal de mantenimiento y ésto, es motivo primordial para seguir adelante.

1. TEORÍA DEL MANTENIMIENTO

1.1 GENERALIDADES.

Mantenimiento es la serie de trabajos que hay que ejecutar en algún lugar, instalación o equipo, a fin de conservar en forma segura, eficiente y económica para el cual fue diseñado .

Desde el punto de vista administrativo, el objetivo del mantenimiento es la conservación, ante todo, del servicio que están suministrando los equipos, instalaciones, etc., éste es el punto esencial y no como se ha creído erróneamente, que el mantenimiento se realiza para la buena conservación del equipo o de la instalación misma.

De este concepto se obtiene que en las actividades de mantenimiento intervienen tres factores esenciales:

- a) calidad económica del servicio.
- b) duración adecuada del equipo y
- c) costos mínimos de mantenimiento.

Del equilibrio de estos factores dependerá que el mantenimiento sea óptimo.

1.2 FUENTE DE FALLAS.

Las fallas que se originan en una instalación o equipo, son ocasionadas por las siguientes fuentes:

- a) Las instalaciones o equipo mismo,
- b) El ambiente circundante y
- c) El personal que en la instalación o equipo interviene (por operación, mantenimiento o ampliaciones).

La instalación o equipo mismo se convierte una fuente importante de fallas, dependiendo de las propiedades eléctricas, mecánicas y electrónicas de sus partes y componentes; la calidad de los materiales empleados en su fabricación; la bondad del diseño; y por último, la calidad de la construcción o su instalación en el lugar donde se va a prestar el servicio.

El ambiente circundante se torna una fuente de fallas cuando es agresivo a la instalación o equipo, por ejemplo, humedad y temperatura fuera de especificaciones, polvo, humo, salinidad o acidez, etc. Es necesario construir un ambiente adecuado para

la instalación o equipo en cuestión con el fin de reducir al mínimo las fallas por este concepto.

El personal que interviene se comporta como una fuente de fallas cuando sus habilidades manuales y de pensamiento lógico son de baja calidad; también, cuando no conoce en forma plena el equipo o instalación que va a mantener, en este caso hablamos exclusivamente del personal de mantenimiento, ya que es el que tiene necesidad de intervenir en forma más directa. La mano de obra de mantenimiento debe ser cuidadosamente considerada a fin de adecuarla en cantidad y calidad, pues es tan negativo que haga falta ésta, como que sobre, ya que en ambos casos baja la calidad de funcionamiento de las instalaciones y equipos mantenidos. Siempre habrá un punto óptimo en la cantidad de horas-hombre necesarias para conseguir la mejor calidad de funcionamiento.

Otro tipo de personal que interviene en las instalaciones o equipos es el de operación, o sea, aquel que las maneja; por ejemplo, en un hospital se tendrán máquinas de lavar y el personal de mantenimiento las atenderá bajo este punto de vista; pero el personal de operación que son los que la utilizan, también serán una fuente de falla si manejan mal su maquinaria, es obvio que esto sucede generalmente por ignorancia.

El tercer tipo de personal que también origina fallas es el de construcción, o sea, aquel que tiene que intervenir en las instalaciones o equipos para modificar su diseño, ampliarlas o simplemente interrelacionarlas con otras.

En cualquier caso, el personal de mantenimiento será el responsable de la buena conservación de las instalaciones o equipos, ya que su labor está enfocada a que no se pierda el "servicio" que prestan éstos, lo cual es el verdadero objetivo del complejo en cuestión. Es inadmisibles suponer que tiene prioridad con respecto a las labores de mantenimiento alguna ampliación o reconstrucción, o simplemente alguna operación, a no ser que se trate de alguna emergencia.

Todo lo anterior nos hace pensar en el principio esencial del mantenimiento, y éste es:

" Toda maquinaria debe ser intervenida lo menos posible "

Esto nos lleva al punto de vista de que los equipos o instalaciones deben estar preferiblemente aislados del elemento humano, el cual hará sus programas de trabajo con base a las excepciones de intervención, y para el personal de mantenimiento éstas son:

- a) Hacer constantemente pruebas y verificaciones de las instalaciones o equipos en conjunto, desde el punto de vista del que la opera (o recibe la prestación del servicio).
- b) Hacer excepcionalmente pruebas y verificaciones sobre alguna parte de las instalaciones o equipos, cuando se tengan sospechas de falla en dicha parte.

- c) Hacer excepcionalmente pruebas y verificaciones sobre el comportamiento de las instalaciones o equipos en conjunto o alguna de sus partes, para comprobar que ésta trabaja aún en situaciones de compromiso (tolerancia).

El más importante de los tres puntos es el primero, el cual nos da la base del mantenimiento preventivo, que consiste en establecer una serie de controles que nos permita detectar que la maquinaria está dando el rendimiento apetecido y que ésta no sobrepasa los límites de tolerancia calculados previamente por el fabricante; pero hacemos hincapié en que debe juzgarse con un criterio de usuario del servicio.

Los trabajos de mantenimiento exigen calidad y, sobre todo, la aplicación de un criterio económico profundo, pues en ocasiones es preferible cambiar una parte de una máquina -aunque esto a primera vista parezca muy costoso- que cambiar, por creerlo más económico, una pequeña pieza que no garantice que la máquina pueda continuar trabajando sin interrupción. También existen ocasiones en que es necesario ejecutar una reparación de emergencia, pero de buena calidad a fin de programar posteriormente una reparación adecuada, pues de otra forma quizá se vería demasiado afectado el servicio.

Por lo tanto, para que el personal de mantenimiento consiga un criterio adecuado, sustentado sobre bases firmes, es necesario establecer, en primer lugar, políticas que determinen, aunque de una manera general, cómo debe actuarse en los casos más comunes del mantenimiento. Después del establecimiento de estas normas, se hace necesario sistematizar el trabajo de mantenimiento estableciendo procedimientos, a fin de ejecutar éste, en la forma más repetitiva posible, para así lograr un mejor rendimiento. Con los procedimientos establecidos se puede lograr la simplificación del trabajo, al estudiar y simplificar los métodos que los componen, y esto trae la consecución de la estandarización hasta del tiempo.

El trabajo de mantenimiento debe anteponerse a los trabajos de ampliación o de sustitución de instalaciones o equipos, y sólo debe subordinarse a las labores de operación, siempre y cuando el análisis de éstas demuestre que son más importantes, en cuyo caso se programará la fecha en que se debe intervenir, la cual deberá ser invariablemente respetada. En algunas instituciones es muy común que por respetar sus programas de construcción o ampliación, hacen a un lado las labores de mantenimiento y hasta en muchas ocasiones emplean este personal para construir o ampliar, no tardando en dejarse sentir los efectos de esta política equivocada. Si se ha considerado que es necesario efectuar determinados trabajos de mantenimiento, hay que hacerlos a toda costa, pues éstos tienen prioridad, ya que van a proporcionar a la instalación o equipo el grado de confiabilidad necesario.

1.3 TIPOS

La función del departamento de mantenimiento en cualquier establecimiento de salud, consiste en mantener el funcionamiento de los equipos e instalaciones, en condiciones óptimas de trabajo.

La actitud de permitir que instalaciones y equipos continuaran funcionando sin prestarles atención, hasta que una avería originara disminución o suspensión del servicio, tenía su origen en las siguientes causas:

- Indiferencia o rechazo a las técnicas de programación.
- Falta de justificación económica para técnicas de programación y demanda excesiva temporal o permanente, de la capacidad de sus equipos.

Sin embargo, hubo en muchas instituciones, en las cuales tenían costumbre de permitir que su equipo funcionara hasta que sufriera una avería, circunstancias suficientes para tener una justificación al gasto económico y a otras condiciones que implica el mantenimiento organizado.

El jefe de mantenimiento no podía impedir el mal trato a las máquinas y el abandono de las mismas por parte de su personal, no enterándose frecuentemente de cual equipo funcionaba sin las condiciones normales y protección que debía tener, porque los mismos operarios o encargados no lo comunicaban al Jefe de Mantenimiento.

Fue hasta entonces, después de múltiples problemas que se les habían presentado al personal de conservación en las diferentes industrias, cuando se aplicó el mantenimiento en sus diferentes sistemas a saber:

Correctivo, preventivo y predictivo.

OBJETIVOS:

Para tener un desarrollo completo de las actividades de mantenimiento se fijaron objetivos del mantenimiento, desde dos puntos de vista: el técnico y el económico; con el primero, llegamos al objetivo inmediato y con el segundo, al objetivo básico.

OBJETIVO INMEDIATO:

Es conservar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y confiable las propiedades físicas (edificios, inmuebles, equipos, instalaciones, etc.) de la institución para no demorar ni interrumpir nunca sus servicios.

OBJETIVO BÁSICO:

Es contribuir por los medios de que se disponga a sostener lo más bajo posible el costo del mantenimiento de las propiedades físicas de la institución.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo es el sistema de mantenimiento que más se ha utilizado en la historia y lo podemos definir como sigue: su nombre lo indica, es la corrección de fallas a medida que éstas se presentan, ya sea por síntomas claros y avanzados o por el paro de equipos, instalaciones etc., o sea es la actividad de mantener dentro de un sistema originado por fallas.

El empleo único del mantenimiento correctivo origina cargas de trabajo incontrolables que causan actividad intensa y lapsos sin trabajo; cuando las necesidades son imperiosas obligan al pago de horas extras; no se controla la productividad; se interrumpe el servicio o la producción; hay necesidad de comprar todos los materiales en un momento dado; etc. En resumen, son las consecuencias lógicas que se presentan cuando se sufre un accidente inesperado. Esta forma de aplicar el mantenimiento impide el diagnóstico exacto de las causas que provocan falla, pues se ignora si falló por maltrato, por abandono, por desconocimiento de manejo, por tener que depender del reporte de una persona para proceder a la reparación, por desgaste natural, etc.

Son muchos los aspectos negativos que trae consigo este sistema y sólo debe aplicarse como emergencia.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En los años 30 se mostraron los primeros indicios de este sistema de mantenimiento; su característica principal es la de detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno.

Es necesario distinguir, desde el principio los beneficios o ventajas que pueden alcanzarse directamente por medio de este sistema contra lo que arroja en comparación con otras técnicas o procedimientos.

Los resultados que se pueden prever son los siguientes:

- programar fechas de trabajo.
- se dispone de tiempo para programar y preparar la reparación.
- obtenemos como resultado un funcionamiento más eficiente.
- aumenta la productividad.
- estimula la moral de los trabajadores.

Y así como estos resultados podemos enumerar una cantidad mayor de beneficios y también las omisiones o ineficiencias que resulten con la implantación de un **PROCEDIMIENTO PROGRAMADO** o mantenimiento preventivo:

- excesiva repetición de los trabajos en un principio.
- altos costos en un principio.
- equipo y herramientas inadecuadas.
- necesidad de la medida del trabajo.

- importancia de contar con un almacén adecuado.
- el uso de costos como guía para la Dirección.

Resumiendo los beneficios económicos que pueden estimarse y atribuirse directamente al mantenimiento preventivo, están en la reducción de averías, un grado mayor de eficiencia del funcionamiento de las instalaciones con menores desgastes de la maquinaria y equipo.

Analizaremos otras ventajas del mantenimiento preventivo:

- **CONFIABILIDAD:** las propiedades sujetas a mantenimiento operan en mejores condiciones de seguridad puesto que se conoce su estado físico y sus condiciones de funcionamiento; esto es importantísimo en una Institución de servicio al público.

- **MAYOR VIDA ÚTIL:** los equipos e instalaciones sujetos a mantenimiento preventivo tendrán una vida útil sensiblemente mayor que la tendrían sujeto a mantenimiento correctivo.

- **DISMINUCIÓN DE LAS EXISTENCIAS DE ALMACÉN:** es posible reducir la inversión en los productos o repuestos almacenados empleando el sistema de mantenimiento preventivo, puesto que se determinan en forma más precisa los materiales de mayor o menor consumo.

- **DISMINUCIÓN DEL TIEMPO MUERTO:** el tiempo que los equipos e instalaciones permanecen fuera de servicio llega a ser menor cuando se aplica al mantenimiento preventivo, en comparación con el correspondiente mantenimiento correctivo.

- **UNIFORMIDAD EN LA CARGA DE TRABAJO:** la carga de trabajo para el personal de mantenimiento en un sistema de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo y en consecuencia, con la misma cantidad de personal (horas-hombre) se pueden prestar mayor número de servicios.

- **COSTO DE REPARACIÓN:** reducimos el costo de reparación de los equipos cambiando el mantenimiento correctivo por el de mantenimiento preventivo.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento predictivo es más una filosofía que un método de trabajo; se basa fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicio al servicio; se usan para ello instrumentos de diagnóstico y pruebas no destructivas.

De hecho el mecánico experimentado que saca una gota de aceite de la caja de engranes y la palpa entre sus dedos, o el que revisa con la mano que tan caliente está

una chumacera o que tan desalineado está un acoplamiento, está haciendo mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo define con exactitud el espesor de la pared de los tubos y llega aún más lejos, ya que indica si están propensos a una falla por cristalización o fragilidad cáustica.

Con el mantenimiento predictivo acabamos con los siguientes problemas:

- sustituir en forma rutinaria partes costosas sólo por estar del lado seguro.
- predecir que tiempo les queda de vida a los cojinetes, al aislamiento, a los resortes, a los tanques, a los motores, etc.
- preguntarse si un operario está realmente siguiendo las instrucciones de operación.
- suspender el servicio, fuera de programa, por fallas imprevistas.

Se ha considerado conveniente clasificar las técnicas principales en las que se basa el mantenimiento predictivo siguiendo un orden lógico, ya que la mayoría de estas técnicas se han originado en los sentidos humanos (vista, oído, tacto) gracias al desarrollo de instrumentos que aportan una capacidad cuantitativa a la cualitativa de los sentidos.

Por ejemplo:

- técnicas visuales.
- técnicas ultrasónicas.
- técnicas de temperatura.
- técnicas de vibraciones.
- técnicas electromagnéticas.
- técnicas de radiaciones.

1.4 SISTEMA NACIONAL DE MANTENIMIENTO.

El sistema nacional de mantenimiento de servicios de salud tiene una estructura organizativa piramidal, con cinco niveles de autoridad y responsabilidad en la solución de la problemática de mantenimiento en todos los servicios de salud pertenecientes al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

La importancia que estos niveles o escalones tienen en el sistema nacional de mantenimiento constituye la mayor razón para que en esta unidad se les dedique un numeral que permitirá comprender más fácilmente las funciones y responsabilidades de los niveles técnico-operativos del sistema.

Definición de escalón de mantenimiento:

Se define escalón de mantenimiento como la reunión de los recursos necesarios: equipos, herramientas, instrumentos de prueba y medición, infraestructura física

(oficinas, talleres, etc.) sistemas de organización y administración, materiales, repuestos, personal y recursos financieros, que se emplean para efectuar trabajos de mantenimiento hasta un nivel compatible con la capacidad de los medios de que se disponga.

Descripción de los escalones de mantenimiento

Primer escalón

El primer nivel o escalón de mantenimiento está formado por todas aquellas personas y dependencias que en una u otra forma tienen que ver con el manejo u operación y/o atención directa a los equipos e instalaciones y al mantenimiento primario de la planta física, y, lo más importante, que están plenamente convencidos de la necesidad de cuidados. Ejemplos: operador de calderas, operador de incinerador, operador de planta eléctrica de emergencia; técnico de radiología, que limpia y lubrica, periódicamente, el equipo de rayos X a su cargo; laboratorista, que mantiene limpio y lubricado el microscopio a su cargo; conserje que limpia y hace reposición de bombillas o tubos fluorescentes en iluminarias; jardinero, encargado del cuidado de zonas verdes y jardines; personal de limpieza, que aseá pisos, lavan paredes, etc.

A través de los ejemplos anteriores se puede entender la imposibilidad de tener una estructura de organización formal para este nivel o escalón de mantenimiento, así como también la importancia que este escalón tiene en el mantenimiento propiamente dicho de edificios, equipos o instalaciones.

Las funciones y responsabilidades básicas del primer escalón de mantenimiento son las siguientes:

- operar correcta y eficientemente los equipos a su cargo.
- proporcionar a los equipos e instalaciones a su cargo mantenimiento básico, consistente en limpieza, lubricación y ajuste de pernería y tornillería floja, etc.
- dar mantenimiento básico a la planta física.

Segundo escalón:

El segundo nivel o escalón de mantenimiento lo constituye el departamento o servicios de mantenimiento del hospital, centro integrado, centro de salud tipo "A" o centro de salud tipo "B", cualquiera de ellos independientemente, es decir a nivel de línea de producción.

Se excluye al puesto de salud que no tiene servicio de mantenimiento propio, que está considerado básicamente dentro del primer escalón y que es atendido desde el tercer escalón y eventualmente desde el segundo.

Este escalón de mantenimiento es supervisado y controlado técnicamente desde el nivel nacional o central por la división de ingeniería y mantenimiento a través del centro regional de mantenimiento correspondiente.

Tercer escalón:

El tercer nivel o escalón de mantenimiento es el centro regional de mantenimiento o centro sub-regional de mantenimiento. Este escalón estará conformado por cinco centros de mantenimiento ubicados en Guatemala, Totonicapán, Zacapa, Cobán y Petén, con los cuales se cubrirá todo el territorio nacional.

Tiene la responsabilidad directa del mantenimiento en todos los servicios de salud de su región y sub-región, o sea hospitales, centros de salud integrados, centros de salud tipo "A", centros de salud tipo "B" y puestos de salud e interviene en el momento que se agoten los recursos de los escalones inferiores o cuando se necesita personal de mayor grado de especialización o dirección técnica o el apoyo justificado de recursos económicos y técnicos.

Los puestos de salud y centros de salud tipo "B" que no tienen servicios de mantenimiento propio, serán atendidos desde el centro de mantenimiento regional o sub-regional que geográficamente les corresponde.

Cuarto escalón:

El cuarto nivel o escalón de mantenimiento lo forma la división de ingeniería y mantenimiento que tiene la responsabilidad de la dirección técnico-normativa de todas las actividades de mantenimiento del sistema nacional de mantenimiento de servicios de salud.

El nivel nacional o central (división de ingeniería y mantenimiento) es la máxima autoridad técnica y normativa. Supervisa y controla técnicamente al tercer escalón y a través de éste al segundo escalón; interviene en el momento en el que se agoten los recursos de los escalones inferiores o cuando se necesite personal de mayor grado de especialización o dirección técnica o el apoyo justificado de recursos económicos y técnicos necesarios.

Quinto escalón:

El quinto nivel o escalón de mantenimiento es la alta dirección del ministerio, cuya política nacional de mantenimiento de servicios de salud le otorga al sistema nacional de mantenimiento de servicios de salud la alta prioridad que le corresponde, brindándole todo el apoyo necesario, procurándole el financiamiento que le permita mejorar su infraestructura y los recursos operacionales para su adecuado funcionamiento en sus distintos niveles técnico-operativos.

La alta dirección del ministerio, que constituye el nivel jerárquico superior del sistema, es también el nivel de decisión política, y delega en el cuarto escalón la dirección técnica-operativa del sistema.

Importancia de los escalones

Cada escalón superior tiene una capacidad técnica o laboral mayor que el anterior y todos forman parte íntegra e ineludible del Sistema Nacional de Mantenimiento de Servicios de Salud, como se observa en la figura No. 1.

Las actividades de los diversos escalones a veces se superponen o se complementan y deben estar debidamente coordinadas en forma vertical y horizontal, efectuándose la supervisión y control de los escalones superiores a los inferiores.

La mayor importancia del mantenimiento y conservación en los servicios de salud la tiene de hecho y de derecho los escalones primero y segundo, pues ahí es donde están los mayores problemas y todos los esfuerzos de los escalones superiores deben estar encaminados a la solución de los mismos, allanando las dificultades que tengan en todos los campos de acción.

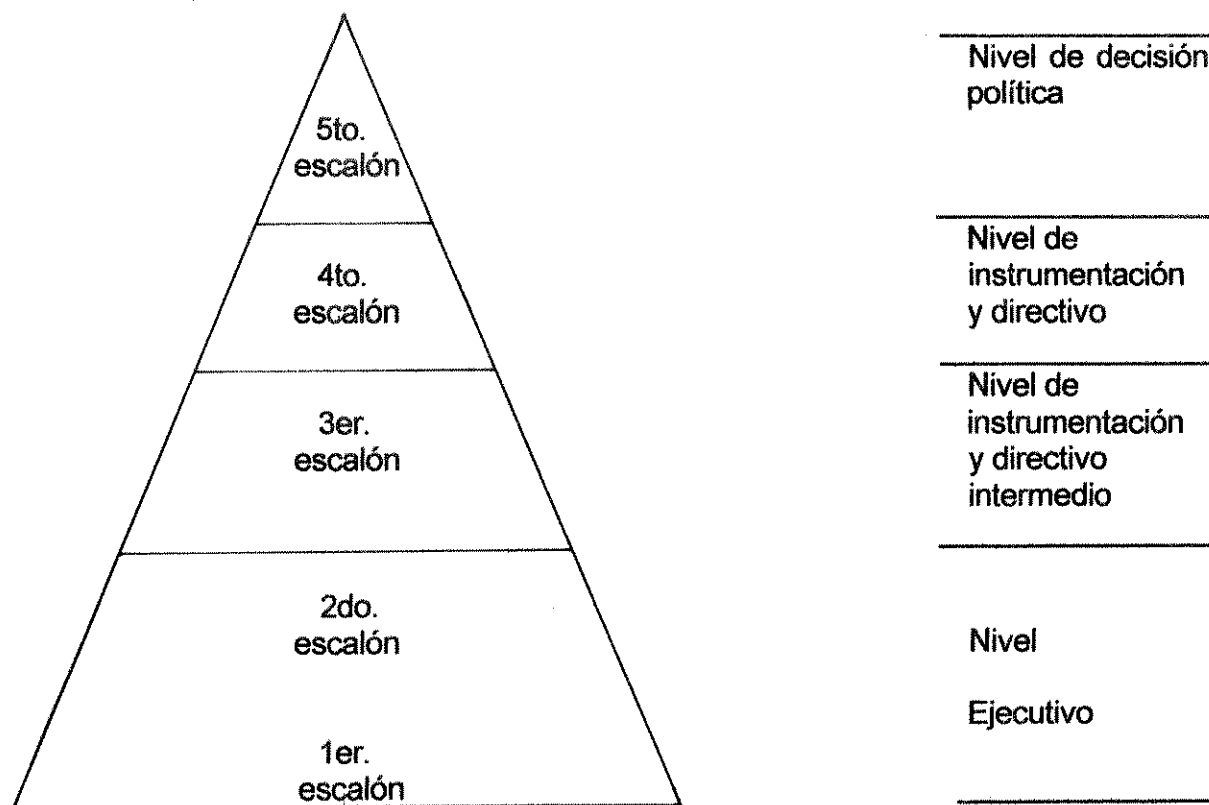


FIGURA No. 1
SISTEMA NACIONAL DE MANTENIMIENTO DE SERVICIOS DE SALUD

2. INSTALACIONES MAQUINARIA Y EQUIPO.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPO.

Las instalaciones hospitalarias se clasifican en tres grupos: hidráulicas, eléctricas y mecánicas.

Las instalaciones hidráulicas comprenden: instalaciones de agua y alcantarillado.

Las instalaciones eléctricas comprenden: luz, fuerza, emergencia, señales e intercomunicaciones.

Las instalaciones mecánicas comprenden: vapor, oxígeno, aire comprimido, vacío, gas, gases anestésicos, acondicionamiento de aire, refrigeración y ventilación mecánica.

Cada uno de esos sistemas permite variaciones, es seleccionado y proyectado a modo de llenar las exigencias de cada hospital en cuanto a su especialización, patrón y condiciones de la humanidad.

El suministro de agua al hospital es por medio de un pozo propio, donde es extraída a través de una bomba sumergible para ser llevada a un tanque elevado, donde es distribuida por gravedad hacia los diferentes servicios.

EQUIPO: BOMBA SUMERGIBLE, 3 HP / 3 fases / 208 V.

MARCA: STA-RITE.

OPERACIÓN: la bomba sumergible es de operación automática, arranca y para a través de electrodos colocados en el tanque o depósito superior, así como en el mismo pozo. Éstos actúan independientemente y arrancan o paran la bomba según los niveles de agua.

El suministro de energía eléctrica al hospital es a través del Instituto Nacional de Electrificación, cuenta el hospital con un patio de transformación de 13200/7620 kVA a 208/120 V. Del patio de transformación es distribuida hacia los tableros principales y secundarios para alimentar los circuitos de iluminación y fuerza.

EQUIPO: 3 TRANSFORMADORES DE 100 kVA.

MARCA: McGRAW EDISON.

OPERACIÓN: transforma el voltaje alto (primario) a uno de operación (secundario) que es de 208/120 V, 3 fases, 60 Hz., conexión delta-estrella. El voltaje es nominal.

EQUIPO: TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL.

MARCA: FEDERAL PACIFIC.

OPERACIÓN: estos tableros sirven para proteger las líneas que alimentan los tableros secundarios, la protección se lleva a cabo por medio de un interruptor termomagnético principal. Este energiza los interruptores termomagnéticos que protegen la líneas que alimentan los tableros secundarios. El valor del interruptor termomagnético depende de la carga que tiene el tablero secundario y del tamaño de los cables.

EQUIPO: TABLEROS SECUNDARIOS.

MARCA: FEDERAL PACIFIC.

OPERACIÓN: alimentan a través de los interruptores termomagnéticos (flipones) los circuitos de iluminación y fuerza.

INSTALACIÓN DE EMERGENCIA.

PLANTA ELÉCTRICA DE 240 kW.

EQUIPO: GENERADOR DE EMERGENCIA CON MOTOR DIESEL.

MARCA: KATOLIGHT.

MODELO: D240FPZ4

1800 RPM 60 HZ 300 kVA.

3 FASES 120/208 V

OPERACIÓN: a través de arranque manual.

EQUIPO: INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE TRANSFERENCIA.

MARCA: LAKE SHORE ELECTRIC

1000 A 60 HZ

120/208 V 3 FASES

OPERACIÓN: manualmente al colocar el interruptor de arranque en posición de "ON".

INSTALACIÓN MECÁNICA.

EQUIPO: CALDERA INTEGRADA

MARCA: CLEAVER-BROOKS

MODELO: CB-600-200.

SERIE No.: L-69 104

PRESIÓN

MÁXIMA: 150 PSI

ENTRADA: 8369000 BTU/HORA

OPERACIÓN

- precalentar bunker (al conectar el precalentador)
- conectar bomba de bunker
- abrir válvula de retorno y cerrar la de combustible en el sistema de regulación y control del combustible
- chequeo de rutina (nivel agua, combustible, etc.).
- esperar que el combustible llegue a 75°C
- cerrar parcialmente la válvula de retorno y abrir la de combustible en el sistema de regulación y control de combustible
- encender la caldera.

* operación automática *

- acciona el ventilador (prepurga de gases inflamables)
- ignición : se produce el arco eléctrico
- entra gas propano: control electrónico manda la señal para que abra válvula solenoide del gas propano
- se produce la llama piloto: la detectamos por el visor
- fotocelda sensa llama piloto y envía señal al control electrónico
- se abre válvula solenoide del combustible
- acciona la caldera encendida.

EQUIPO: CALDERA INTEGRADA

MARCA: YORK-SHIPLEY

SERIE: 500

MODELO No. SPHV 25.2 93945

SERIE No. 81 14340 H 82518

PRESIÓN DE

TRABAJO: 125 PSI

OPERACIÓN: - conectar bomba de combustible (diesel)

- abrir válvula de combustible
- chequeos de rutina
- encender la caldera
- lo demás es automático.

EQUIPO: COMPRESOR DE AIRE

MARCA: LEROI

MODELO: DRESSER

SERIE: 400

OPERACIÓN: antes de iniciar la operación, llenar el cárter con un aceite no detergente y super refinado con inhibidores para oxidación y humedad. El aceite recomendado debe ser SAE 20.

Para arrancar el equipo hay que seguir todas las instrucciones que existe en el manual LEROI.

Cuando el compresor arranque, chequear la rotación de la unidad. La rotación estándar es en sentido de las agujas del reloj, ver el compresor desde el final de la bomba de aceite. También está localizada una flecha que nos indica el sentido de la rotación, colocada sobre la cubierta de la bomba de aceite. En caso que la rotación sea incorrecta, en el flipón que energiza el motor cambie la fase uno por la fase tres.

EQUIPO: COMPRESOR PARA VACÍO

MARCA: INGERSOLL-RAND

MODELO: 2-V244D2-K

SERIE: TYPE 30

OPERACIÓN: se asegura que el tanque de aceite esté lleno antes de operar este equipo. El aceite a usarse debe ser un aceite que no tenga detergente del tipo SAE 10W.

Chequear las conexiones eléctricas, leyendo en la placa de los motores el voltaje y el amperaje. El motor compresor está equipado con su arrancador.

Chequear que la tubería que se une al compresor esté con su conector flexible.

Drenar manualmente el condensador. La válvula de drene está en la parte inferior del mismo.

El compresor viene equipado de fábrica con su arrancador y a la vez viene alambrado.

Girar el compresor varias veces con la mano para chequear que esté libre en su operación.

Ajustar si es necesario la tensión de la faja. Deflexión de 1" con una presión de 10 libras sobre la faja.

Chequear la rotación del compresor arrancando varias veces el compresor. La rotación se muestra por una flecha en el volante. Si la rotación es incorrecta, intercambiar dos conexiones en el arrancador. Rechequear la rotación.

Cerrar la válvula de servicio y arrancar el compresor. Dejar que la bomba de vacío llegue hasta la presión establecida en fábrica. A esta presión, viene la unidad equipada con un switch automático de apagado y encendido.

Abrir la válvula de servicio y drenar con la válvula para permitir que la presión en el recibidor caiga. Chequear cual es la presión a que el compresor arranca o recarga.

Hacer trabajar la bomba de vacío por lo menos durante 10 minutos para chequear si no hay fugas en las líneas que van a los diferentes equipos. Observar si la unidad no se calienta mucho, hay exceso de vibración, o cualquier ruido no usual.

Al arrancar el compresor, drenar el aceite del compresor dentro de un recipiente limpio hasta que el switch de baja presión pare la unidad. Adentro del tanque de aceite del compresor, hay un flotador que sirve como interruptor. Muchas veces en el transporte se dañan o se quedan trabados. Si el switch que desconecta el compresor por bajo nivel está

trabado, remover toda la carcasa y dejar libre el flotador. Hay que rehusar el mismo aceite.

EQUIPO: MÚLTIPLE DE OXÍGENO (sin utilizar)

MARCA: CHEMETRON

SERIE: 9 XT-12

OPERACIÓN: todos los cilindros, tanto del banco en servicio como en el de reserva deben tener completamente abiertas sus válvulas. En este momento:

- el manómetro de presión de la línea, indicará un promedio de 50 PSI, la cual es la presión normal que debe mantenerse en la tubería de abastecimiento a la red principal.
- el manómetro del cambiador de banco indicará la palabra "service".
- la palanca de reposición apuntará por medio de una flecha y la palabra "service", que banco está en servicio. El del lado contrario será en este momento el de reserva.

Cuando se termina el oxígeno contenido en los primeros 6 cilindros del banco en servicio, automáticamente el banco de reserva suplirá activando también en forma automática el interruptor de presión una señal en la alarma, la cual indicará que se ha terminado el oxígeno del banco en servicio y que ya se está utilizando el oxígeno de los últimos 6 cilindros en reserva.

EQUIPO: ALARMAS DE OXÍGENO

MARCA: CHEMETRON

SERIE: 181120-64

OPERACIÓN: automática, colocadas en estación de enfermeras de quirófanos y en central de enfermeras de encamamiento.

EQUIPO: ALARMA DE OXÍGENO

MARCA: CHEMETRON

SERIE: 24-11-0026

OPERACIÓN: automática, colocada sobre el múltiple con timbre en cuarto de máquinas.

EQUIPO: EXTRACTORES DE AIRE

MARCA: DAYTON

MODELOS: 1C791, 1C792, 2C889, 2C938, 2C939, 4C118, 4C119.

OPERACIÓN: antes de instalar el motor, chequear las características eléctricas de la placa.

Deben estar aterrizados con un alambre # 12 TW. Al arrancar el extractor, verificar que la rotación sea la adecuada. En caso de que la

rotación sea al contrario de lo que indica la flecha, chequear las instrucciones que hay en el motor para hacer el cambio de giro.
 Cuando el extractor trabaja con los ductos a plena carga, medir el amperaje y verificar que sea igual al de la placa.

EQUIPO: AIRES ACONDICIONADOS. TIPO PAQUETE.
 MARCA: CARRIER.
 MODELO: 50YHO36500. TRES FASES. 220 V.
 REFRIGERANTE FREON 22.
 OPERACIÓN: encendido manual con interruptor de cuchillas.

EQUIPO: AIRE ACONDICIONADO. TIPO PAQUETE.
 MARCA: CARRIER.
 MODELO: 50YHO42400. TRES FASES. 220 V.
 REFRIGERANTE FREON 22.
 OPERACIÓN: encendido manual con interruptor de cuchillas.

EQUIPO: EVAPORADORES (manejadoras)
 MARCA: CARRIER.
 MODELOS: 28 HQO60, 40 FS220.
 40 ASO18, 40 RROO8. TRES FASES. 220 V.
 REFRIGERANTE FREON 22.
 OPERACIÓN: Manual con interruptor

EQUIPO: CONDENSADORAS
 MARCA: CARRIER.
 MODELOS: 38 GSO60, 38 GSO14
 38 GSO36, 38 BAOO8. TRES FASES. 220 V.
 REFRIGERANTE FREON 22.
 OPERACIÓN: Manual con interruptor

EQUIPO: LAVADORA-EXTRACTORA
 MARCA: DYNA WASH
 MODELO: DW-1000/750/2000
 OPERACIÓN: - chequear si la presión de aire en la línea es de 80 psia (60 - 100 psi)
 - los interruptores de control deben estar todos apagados
 - el programador debe estar en blanco, que no se encuentre ninguna uña en la ranura
 - encenderla eléctricamente revisando que los controles respondan normalmente: las luces que enciendan, los solenoides abran o cierren las válvulas, etc.

Si estas reglas son observadas antes de arrancar la máquina, no deberá ocurrir ningún problema inesperado o cualquier posible avería.

EQUIPO: SECADORA DE ROPA (30 LIBRAS)

MARCA: HUEBSCH ORIGINATORS

MODELO: 30CSL

OPERACIÓN: no utilizar la secadora para artículos que contienen texturas de hule o similar

No utilizar la secadora para artículos que contienen plásticos, o algún otro químico, o que sean lavados con algún solvente químico.

No utilizar la secadora para artículos que contienen fibra de vidrio, así como cortinas de plástico.

Para la secadora de doble timer :

- abrir el panel donde se encuentra el filtro de pelusa. Chequear si no se ha acumulado pelusa. Limpiar y volver a colocar el filtro y su tapadera adecuadamente.
- energizar el circuito eléctrico colocando en posición "ON" el flipón de la misma
- abrir la puerta del cilindro. Cargar con ropa la secadora. Su capacidad es un máximo de 30 libras de prenda de algodón. Sobrecargar la máquina es peligroso, se pueden dañar los cojinetes y desgastar innecesariamente.
- seleccionar adecuadamente sus botones de control de temperatura, tiempo de secado, tiempo de enfriado de acuerdo a las prendas que se desea secar.

EQUIPO: PLANCHADORA DE FORMA

MARCA: NEW YORKER

MODELO: ALU-53 Y ALM-3

OPERACIÓN: todos los planchadores New Yorker requieren dos manos para cerrar y asegurar la cabeza. Esto hace imposible que bajo circunstancias normales, una mano sea prensada entre la cabeza y el macho. Si un botón de cierre es liberado antes que la cabeza esté cerca a 4" del macho, ésta regresará a la posición de apertura automáticamente.

Dos botones verdes son proveídos para liberación manual de la cabeza. La liberación automática es disponible con un timer eléctrico o de aire. Seguir paso a paso las instrucciones del manual.

EQUIPO: PLANCHADORA DE VAPOR (RODILLOS)

MARCA: CHICAGO DRYER

MODELO: SA-18

OPERACIÓN: el equipo trabaja con 125 PSI. de vapor.

Evitar cualquier contacto con las partes que tienen vapor, tales como cilindros, entradas de vapor, salida de vapor, etc.

No es recomendable planchar ropa almidonada, ya que estas piezas tienen tendencia a pegarse a los rodillos de calor, o rodillos acolchonados de compresión.

Evitar cualquier contacto con partes rotativas. No utilizar corbatas o bufandas cuando se opera la planchadora.

La planchadora está equipada con una serie de dispositivos de seguridad. Estos dispositivos deberán de estar en perfecto estado todo el tiempo.

Introducción de vapor a la máquina :

- abrir despacio la válvula de bronce localizada en la entrada de vapor. Dejar pasar poco vapor utilizando el sentido del oído. Cuando llegue a 25 PSI, se puede hasta entonces abrir toda la válvula y permitir el paso de vapor. En caso contrario, se produce una vibración, que dañará un sifón que se encuentra dentro del cilindro principal.
- la válvula de bronce de compuerta en la salida de vapor debe abrirse antes de abrir la válvula de bronce. Esta válvula siempre debe mantenerse abierta, a excepción de cuando se le da mantenimiento a las líneas de vapor.

Presionar el interruptor de arranque

En caso de parada de emergencia :

- presionar el pedal de freno que está localizado a la derecha del equipo.
- empujar la barra roja que está en la parte superior de la máquina
- presionar el interruptor rojo que está en la parte posterior derecha de la máquina.

EQUIPO: BOMBAS DE AGUA

MARCA: PACO

MODELO: 850

OPERACIÓN: para chequear las conexiones eléctricas, momentáneamente pasar el interruptor a la posición "HAND' (manual) que está ubicado en la caja de control. El eje del motor debe girar en el sentido de las agujas del reloj, viendo la bomba por la parte de atrás.

" NUNCA HAGA FUNCIONAR LA BOMBA SIN HABERLA
CEBADO ANTES "

Chequeos antes de arrancar la bomba :

- verificar voltajes
- girar el eje con la mano y ver si tiene movimiento libre
- verificar si está cebada
- verificar si la presión del tanque coincide con la presión de ajuste en el switch
- verificar si no hay fugas de agua en el sistema de tuberías
- verificar que todas las llaves de paso tanto en la succión como en la descarga, estén abiertas
- llenar el tanque con aire a 80 psi y graduar el switch de presión 1 a 80 psi. El switch de presión 2 a 60 psi. Esto es para que el switch de presión 2 detecte cualquier falla en la bomba líder.

EQUIPO: PURIFICADOR DE AGUA (no se ha utilizado)

MARCA: REFCO

MODELO: 316

OPERACIÓN: el equipo consta de un tanque de agua con lámparas ultravioletas y un panel de control. El agua pasa a través de dicho tanque, donde las lámparas de rayos ultravioletas eliminan bacterias, de tal forma que el agua se purifica volviéndose potable.

Colocar el interruptor en posición "ON" en el panel de control. Una luz se encenderá indicando que hay energía eléctrica. Simultáneamente se encienden 9 lámparas azules en el panel, las cuales indican también que las lámparas de rayos ultravioletas están funcionando perfectamente. Al mismo tiempo la válvula solenoide se abre.

EQUIPO: SUAVIZADOR DE AGUA (no se ha utilizado)

MARCA: BRUNER

SERIE: BA - GBA

OPERACIÓN: para establecer una programa eficiente de regeneración, es necesario conocer la capacidad del suavizador, la dureza del agua y la cantidad de agua usada (determinada por análisis químico).

El agua dura pasa a través de la válvula multi-port al tope del tanque suavizador, fluye a través del lecho mineral suavizante donde se

remueve la dureza por medio del proceso denominado "intercambio de iones". Al mismo tiempo, sedimento en el agua se filtra y se retiene por el lecho de minerales. Agua clara y llanda sale del fondo del tanque, pasa a través de la válvula y va a las líneas de servicio.

EQUIPO: ELEVADOR

MARCA: ARMOR

OPERACIÓN: revisar si hay componentes flojos

Comparar voltaje de línea con voltaje marcado en controlador, antes de aplicar la corriente

Apagar o poner los interruptores dentro del controlador en inspección

ENCENDIDO INICIAL

Revisar que la operación del relay esté buena. Si no funciona, cortar la corriente y entrecambiar las conexiones L1 y L2 en las terminales del controlador. Encender de nuevo y el "RPR" debe funcionar (si se utiliza). Si la línea de voltaje es de 440/460/480 o mayor, revisar los voltajes secundarios en los fusibles 1, 2 y 3 para voltajes de 208 a 220 VAC.*

Revisar voltaje de salida del transformador del controlador (TR1) debe ser 120 VAC.*

Revisar voltaje de salida de rectificador de tres fases (fusible 9) debe ser 270 VDC.

* Todos los transformadores tienen como ajustarlos en su lado primario, en caso de que los voltajes no sean exactos.

2.2 CAMBIOS EN LAS INSTALACIONES Y SU JUSTIFICACIÓN.

El cambio más notorio y de impacto en las instalaciones mecánicas del hospital de San Benito, Petén; es el de la red de oxígeno (gas médico) pues no se puede prescindir del uso de este gas en una entidad médico hospitalaria.

Y, para que su servicio sea más eficiente, la forma de distribución debe ser en forma centralizada, esto es, desde una casa de máquinas que controle su buen funcionamiento y su correcta distribución.

El cambio que se ha hecho actualmente es la forma de suministro, debido a fugas existentes en la red de distribución de dicho gas médico.

Se ha hecho el cambio del suministro centralizado al suministro de tipo PORTÁTIL.

Este tipo de suministro consiste en proveer de oxígeno en forma individual al paciente, esto por medio de uno o dos cilindros, el cual lleva consigo adaptadores, manómetros y accesorios para regular la presión y el flujo.

Los cilindros son clasificados por su tamaño y por lo mismo por su capacidad, esta clasificación está normada por la CGA - Compressed Gas Association - radicada en los Estados Unidos; en la tabla siguiente se dan las clasificaciones y características:

CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE CILINDROS DE OXÍGENO.

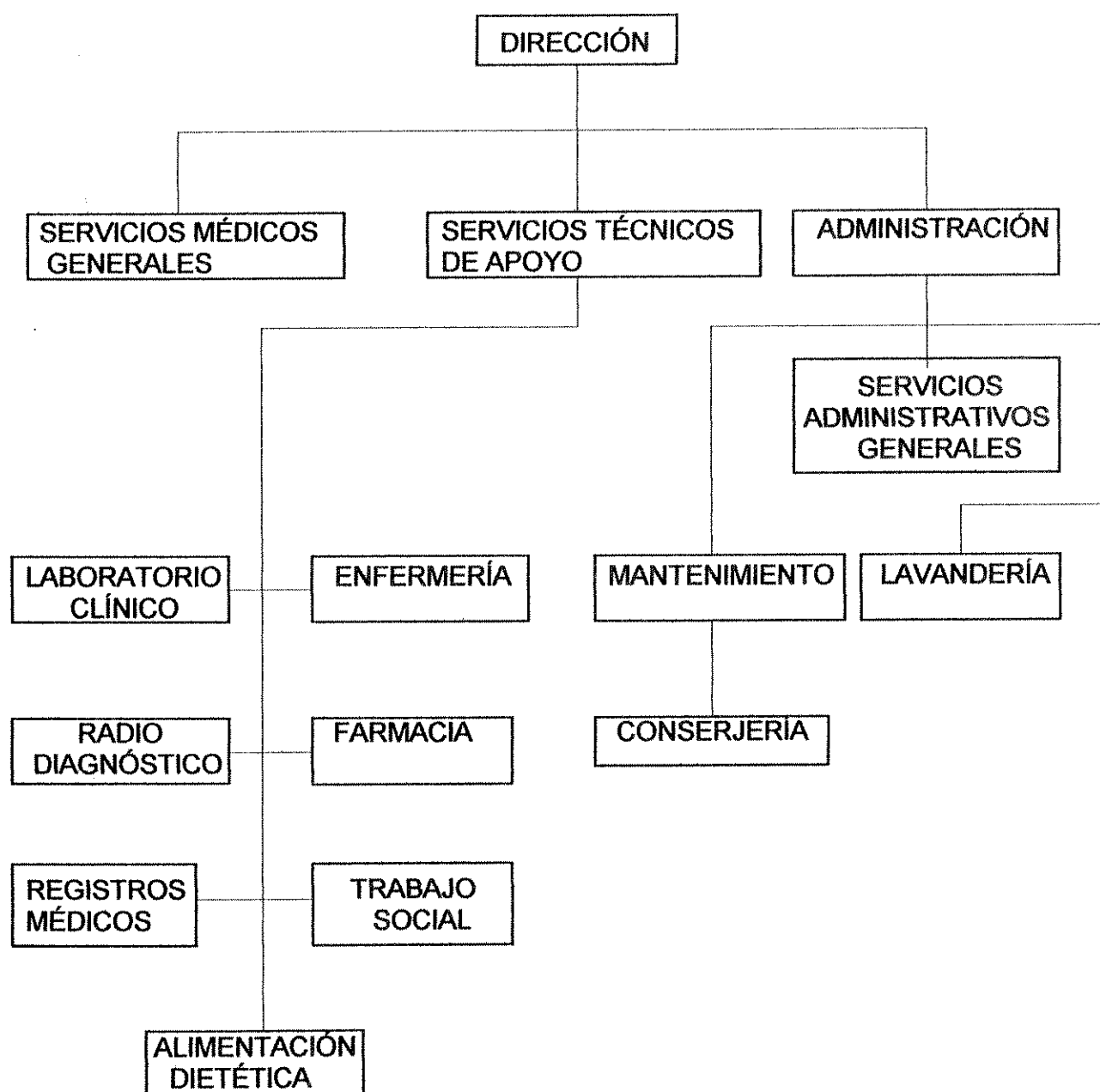
Tipo de cilindro	A	B	D	E	M	G	H
Capacidad en: galones litros	20 76	52 197	105 397	175 662	800 3028	1400 5300	1850 6909
Volumen en: pies cúbicos	2.67	6.95	14	23.4	107	187.2	244
Presión: psi	1900	1900	1900	1900	1900	1900	2200

El tamaño más utilizado con fines médicos, en Guatemala, es el tipo G, el cual no es utilizado en el hospital de San Benito Petén, por motivos prácticos de transporte y uso.

El usado en este hospital está entre el tipo E y H, el cual tiene una capacidad de 683 litros, 2015 PSI @ 70°F. y medidas de 63 pulgadas de alto por 4 pulgadas de diámetro.

3. REALIDAD ACTUAL DEL MANTENIMIENTO, SUS PROBLEMAS, REPARACIONES Y COSTOS.

3.1 ORGANIGRAMA DE FUNCIONES DEL HOSPITAL DE SAN BENITO, PETÉN.



3.1.1 PERSONAL DE MANTENIMIENTO.

La captación de anomalías o de necesidades de mantenimiento la realiza, en su mayor parte, el departamento de mantenimiento por medio de sus sistemas de programación y revisión que efectúa su personal. Sin embargo es conveniente sensibilizar y responsabilizar a todo el personal de la institución para que habiendo detectado una anomalía o necesidad de mantenimiento, lo haga saber al responsable o jefe de su sección.

Las visitas o recorridos a toda la institución por el director solo o acompañado del jefe del departamento de mantenimiento, permiten captar necesidades de mantenimiento que no se hubieran detectado en alguna otra forma. Las reuniones que organiza la dirección con los jefes de servicio, el administrador, la jefe de enfermeras, los jefes de sección, el jefe de mantenimiento, etc., son oportunidades muy valiosas para conocer las necesidades de mantenimiento de la institución.

Para que el jefe de mantenimiento y su organización funcionen adecuadamente, es **INDISPENSABLE** que todos los reportes o solicitudes de servicios se canalicen precisamente a través del departamento de mantenimiento y que no se canalicen dichas solicitudes directamente al personal de mantenimiento, pues el jefe de mantenimiento es el único que sabe qué rutinas de trabajo tiene cada trabajador, cuánto tiempo les lleva realizarlos, qué trabajador debe realizar cada tipo de trabajo y cuál es prioritario respecto a otro.

El personal de mantenimiento está conformado de esta manera:

Jefe de mantenimiento	1 técnico electro-mecánico con especialidad en equipo médico
Sección electromecánica	2 técnicos electro-mecánicos
Operadores de caldera	1 técnico electricista y 1 técnico mecánico
Sección aire acondicionado y refrigeración	1 técnico en refrigeración
Sección mecánica	1 técnico en mecánica general
Sección electricidad	1 técnico en electricidad
Encargado de conservación y limpieza	1 profesor de educación primaria

3.2 REALIDAD ACTUAL DEL MANTENIMIENTO.

Actualmente el tipo de mantenimiento que se realiza en el hospital de San Benito, Petén; es de carácter correctivo, el cual se lleva a cabo en forma aceptable con el poco recurso humano con que se cuenta.

Con el hecho de realizar el mantenimiento correctivo nos lleva a formarnos una idea de como se encuentran las instalaciones y equipo del hospital.

Esto se debe a que no existen políticas que definan un instrumento o reglamento general que describa la estructura técnica, norme la interrelación de sus componentes, regule el crecimiento y desarrollo del departamento de mantenimiento.

No hay definición de las distribuciones de carácter técnico y las de carácter normativo en los diversos del departamento de mantenimiento.

Estas condiciones ocasionan lentitud en la toma de decisiones, debido al largo proceso de inevitable consulta entre los diversos servicios hospitalarios.

No hay estipulación de características y cualidades mínimas que deben llenar los equipos o material a comprarse para uso de la institución.

A través de los años se han utilizado varios mecanismos para impulsar las actividades del mantenimiento, que emanan de los enunciados de política normalmente contenidas en la legislación. Sin embargo, **no se ha llegado a establecer un procedimiento definitivo conclusivo en la planificación general**, que se preocupe de conocer íntimamente la realidad de sus unidades hospitalarias y que tome en cuenta y compatibilice los aspectos doctrinarios, con los recursos disponibles para desarrollar una ampliación general progresiva y ordenada de los servicios de mantenimiento.

Todo lo anteriormente apuntado afecta el departamento de mantenimiento, afectándolo profundamente por ser un trabajo eminentemente técnico y especializado por lo que el servicio de mantenimiento no es todo lo deseable por no contarse con una estructura orgánica, apoyo al recurso humano, materiales y equipo necesarios para su servicio y desarrollo.

3.3 PROBLEMAS DEL MANTENIMIENTO.

Los departamentos de mantenimiento carecen en la actualidad de OBJETIVOS claramente definidos, depende de una oficina de ingeniería y mantenimiento, la cual tiene a su cargo la supervisión de las nuevas edificaciones y el mantenimiento de los inmuebles y equipos. La combinación de ambas labores en una sola dependencia confunde las metas a cumplir, en especial cuando en su realización se combinan ambas actividades.

Las POLÍTICAS dictadas para el departamento de mantenimiento no se conocen, quedando las mismas al criterio de los funcionarios del departamento.

Las FUNCIONES de las diferentes categorías escalafonarias del personal que constituyen un departamento de mantenimiento, no están claramente especificadas. Esta falta de especificación de funciones motiva una confusión en la responsabilidad de cada puesto y una duplicidad de actividades que crea desconcierto y falta de productividad.

Las actividades de los departamentos de mantenimiento no están programadas. Al no existir un PROGRAMA de trabajo claramente definido, la jerarquización de las actividades no se puede determinar con sistema, la planificación de los recursos humanos y económicos no es optimizada, lo que crea inconformidad tanto entre personal del departamento, como en los usuarios que reclaman constantemente mejor servicio.

No se cuenta con el personal técnico adecuado y los técnicos necesitan ACTUALIZARSE y ESPECIALIZARSE en una rama determinada.

Los departamentos de mantenimiento ocupan uno de los últimos NIVELES en la organización administrativa de la institución.

No existe una COMUNICACIÓN adecuada entre los departamentos encargados del control, administración y mantenimiento. Es urgente encontrar el sistema coordinado de comunicación que permita el mantenimiento efectivo.

El departamento de mantenimiento DEPENDE de ingeniería, que a su vez depende de la dirección o gerencia, según sea el caso.

El sistema empleado consiste en la centralización de todas las labores de mantenimiento en una sola dependencia con sede en la ciudad capital, con una sola oficina central, con talleres de herrería, carpintería, pintura y en algunos casos mecánica. El personal de las unidades médico-hospitalarias alejadas de Guatemala hacen labores menores de plomería, electricidad y mecánica o bien lo contratan exteriormente cuando no pueden. En las unidades médico-hospitalarias se observa que por tenerse poco personal, en forma continua se tiene que pagar tiempos extras y aún así los resultados dejan que desear, por lo que se observa la falta de personal de mantenimiento, que con costos similares daría una mayor productividad. Los resultados son lógicos, debido a que como ya se mencionó, la falta de personal es notoria. Lo que es más crítico, es que no permite una supervisión sistematizada, al no contar con el personal de supervisión suficiente, los trabajadores prácticamente trabajan por su propia iniciativa ya que a pesar de los esfuerzos de algunas personas, es imposible controlar a todo el personal. En conclusión, se observa que las unidades médico-hospitalarias carecen de personal y el personal existente bajo el mando centralizado no se aprovecha debidamente, por lo que la operación tiene como características fundamentales poca eficiencia y la falta de economía al aprovechar los recursos existentes por falta de sistema.

3.4 REPARACIONES Y SU COSTO.

A continuación se describe en forma general las reparaciones, cambios o fabricación, de las diferentes instalaciones bajo objetivos a mediano plazo (aproximadamente un año) de la siguiente manera.

3.4.1 VAPOR

Código	Descripción	Costo
001	reparación del mando automático o cerebro electrónico de la caldera Cleaver-Brooks	Q 3,000
002	fabricación de un tanque de condensado	Q 20,000
003	cambio de 10 trampas de vapor tipo "cubeta invertida", filtros y válvulas	Q 15,000
004	aislamiento de 50 metros de tubería	Q 2,500
005	válvulas y temporizador para el depósito de agua caliente	Q 3,000
006	cojinetes y fajas para lavadora-extractora	Q 3,000
007	arreglo de tubería y regulador de presión para marmita de cocina	Q 2,500
008	bomba de agua para alimentar a la caldera	Q 3,000
009	bomba para combustible de la caldera	Q 5,000

3.4.2 GASES MÉDICOS

010	reparación de fugas a través de toda la red de oxígeno y dispositivos principales	Q 18,000
011	reemplazo de motores para compresor de vacío	Q 6,000

3.4.3 AIRE ACONDICIONADO

012	cambio de compresores	Q	2,000
013	fabricación de filtros de aire	Q	500
014	fabricación y montaje de ductos	Q	1,500
015	instalación de termostatos	Q	1,300

3.4.4 VENTILACIÓN MECÁNICA

016	alineación de ventiladores de extracción	Q	1,000
017	cambio de cojinetes para ventiladores de extracción	Q	500
018	reemplazo de motores para ventiladores	Q	2,000

Sumando totales se tiene una cantidad aproximada de Q 90,000.00 que se debe tomar en cuenta dentro del presupuesto de mantenimiento correctivo, para así proporcionar un mejor servicio dentro de las instalaciones electromecánicas del hospital.

4. REDISEÑO DEL AIRE ACONDICIONADO PARA QUIRÓFANOS.

4.1 TEORÍA DEL DISEÑO

Anteriormente el acondicionamiento de aire apenas era considerado dentro del confort humano, se ha visto hoy en día la gran necesidad del acondicionamiento del aire, máxime en las unidades hospitalarias donde tienen un gran valor terapéutico en el tratamiento de ciertas condiciones clínicas.

Generalmente, las instalaciones hospitalarias se resuelven con tipologías espaciales y criterios de agrupamiento tales que permitan el control ambiental natural mayoritario, logrando de esta manera un acondicionamiento termomecánico de reducida complejidad y bajo costo, esto no implica que se pierda de vista nuestra finalidad principal de mantener el aire en tales ambientes en condiciones de temperatura, humedad relativa, pureza y movimiento adecuado a la ocupación.

El diseño del acondicionamiento de aire en sala de operaciones requiere de un conocimiento especial en este tipo de sistemas para no correr riesgos de contaminación bacterial dentro del ambiente.

Los sistemas de equipos acondicionadores de aire se utilizan en:

- cirugía,
- partos,
- cuidado intensivo,
- neonatología,
- emergencia y
- laboratorio de bacteriología.

Condiciones fundamentales para el proyecto :

- 1) Que todo el sistema funcione con 100% de aire exterior sin riesgos de contaminación bacterial, es decir que no haya recirculación del aire inyectado en la sala
- 2) Que todo el equipo eléctrico de la instalación quede fuera del ambiente acondicionado
- 3) Un sistema de extracción independiente en cada sala extrae aire de aquellas, manteniendo el ambiente bajo una presión de 2.5 mm de columna de agua respecto de ambientes adyacentes no acondicionados
- 4) El equipo ventilador-serpentín, dispone de un doble filtrado del aire de inyección
- 5) Un prefiltrado se hace sobre la mezcla de aire-retorno-exterior a través de un filtro. El aire exterior sufre un proceso de purificación a través de un filtro metálico lavable

El motivo de estas condiciones es que por la posibilidad siempre presentes de escapes de gases anestésicos explosivos, se debe evitar cualquier causa posible de explosión, ya sea al impedir el aumento de su concentración sobre un límite peligroso, resultante de la captación de retorno del aire de sala, o ya sea al eliminar la posibilidad de producción de chispas eléctricas en el ambiente. Además, para disminuir esta posibilidad, se recomienda la adopción de humedad relativa alta, cerca de 60%, pues siendo el aire húmedo un mejor conductor eléctrico que el aire seco, cualquier producción eventual de electricidad estática es descargada más fácilmente, dificultándose así la formación de chispa eléctrica.

Cabe también resaltar el cuidado específico que se debe tener en la distribución del aire, al evitar en todo lo posible las corrientes de aire frío, a las cuales el paciente es altamente sensible. Este cuidado es importante, ya que el equipo para funcionar con 100% de aire exterior y con capacidad para vencer la carga térmica altamente concentrada en la sala de operaciones, causada principalmente por la aglomeración de

varias personas en un área cerrada pequeña, muchas veces con gran superficie de vidrio dando al exterior, y con potencia eléctrica elevada para iluminación, requiere un número elevado de renovación del aire del ambiente, o sea de 6 a 10 renovaciones por hora.

Finalmente, se debe resaltar la importancia de la filtración y eventualmente la esterilización del aire en los ductos de inyección o suministro, por medio de lámpara germicidas. Los filtros deben ser de tipos altamente dimensionados, con un 99% de eficiencia (filtros HEPA), tanto en lo que se refiere a la velocidad del paso de aire, caída de presión, como en cuanto a su espesor, a fin de asegurar alto porcentaje de retención de polvo, reduciendo el peligro de infecciones post-operatorias. En los sistemas más refinados, se usa filtración por precipitación electrostática, suplementada por esterilización, a través de lámparas germicidas, lo que permite obtener un aire acondicionado de alto grado de pureza.

Para el caso particular de laboratorios clínicos donde funcionan campanas de extracción forzada con depresión de ambiente, se prevé agregar un serpentín templador de aire exterior.

Se colocan campanas de extracción de tiraje natural en cocina, local que se mantiene en sobrepresión mediante inyectores.

4.2 VARIABLES DEL DISEÑO.

Datos Climáticos

Clima: cálido y húmedo.

Temperatura media anual: 35° C.

Humedad relativa: 75%

Precipitación media anual: 1416 mm.

Altura sobre el nivel del mar: 108 metros SNM.

Estos datos del lugar son valiosos para el diseño y cálculo eficiente de los quirófanos.

Con base en la altura sobre el nivel del mar se ha elegido la carta psicrométrica (a temperatura normal), de donde se obtuvo los datos para el cálculo de carga.

Datos técnicos (ASHRAE)

Ventilación: - se recomienda 30 CFM por persona.

Factor de calor sensible, por persona: - se recomienda 195 BTU/H.

Factor de calor latente, por persona: - se recomienda 205 BTU/H.

Condiciones de diseño (ver figura No. 2. Carta Psicrométrica)

	exterior	interior	diferencia
Temperatura de bulbo seco	95° F	72° F	23° F
Temperatura de bulbo húmedo	87° F	63° F	
Humedad relativa	75 %	60 %	
Humedad específica Gr/lb.	190	71	119

Datos complementarios

Número de personas: 6

Luces o iluminación: 8 lámparas de 4 x 40 Watts
1 lámpara especial para quirófanos de 240 Watts

ESTIMACIÓN DE LA CARGA DE ENFRIAMIENTO.

Área de uso : Quirófanos
 Área : 410 pies cuadrados
 Altura de piso a cielo : 10 pies
 Volumen : 4100 pies cúbicos

Ventilación e infiltración:

Número de personas x cfm por persona
 6 x 30 = 180 CFM.

GANANCIAS DE CALOR INTERNO, POR PERSONAS Y LUMINARIAS

Número de personas x factor sensible
 6 x 195 = 1,170 BTU/H

Número de personas x factor latente
 6 x 205 = 1,230 BTU/H

Total luminarias en watts x 3.4
 1520 x 3.4 = 5,168 BTU/H

VENTILACIÓN E INFILTRACIÓN

Cfm x diferencia temperatura bulbo seco x 1.08
 180 x 23 x 1.08 = 4,471.2 BTU/H

Cfm x diferencia humedad relativa gr/lb x 0.67
 180 x 119 x 0.67 = 14,351.4 BTU/H

TOTAL = 26,390.6 BTU/H

La cantidad total en btu/h se divide en 12000 que es el equivalente a 1 tonelada de carga de refrigeración para acondicionamiento.

26,390.6 / 12,000 = 2.199 toneladas : ~ 2,5 toneladas.

Esta es la capacidad que tiene que vencer el compresor para acondicionar el quirófano.

Mientras que la capacidad que tiene que vencer el ventilador o fan coil, debe ser mayor que la del compresor debido a la caída o pérdida de presión debido al prefiltro colocado en el ducto de retorno-exterior y filtros colocados en el ducto de suministro.

4.3 OPCIONES DEL DISEÑO Y SU RESOLUCIÓN.

Tres son los tipos principales de sistemas para acondicionamiento de aire en unidades hospitalarias :

1. Sistema central
2. Sistema central de agua helada
3. Sistema fraccionado con unidades compactas

Desde el punto de vista práctico, solamente son utilizados los dos últimos sistemas, cuando se trate de instalaciones para cubrir diversos sectores del hospital.

Sistema central de expansión directa

El sistema de expansión directa es muy poco usado en las instalaciones para sectores aislados. Porque los sistemas centrales de expansión directa sólo tendrían aplicación en grandes hospitales, donde el aire acondicionado fuese también grande, lo que se torna inconveniente, principalmente por las siguientes razones:

- a) Diversidad de regímenes de carga térmica en las diversas dependencias.
- b) Peligro de contaminación de las dependencias a través de aire recirculado.
- c) Dificultad de acomodar grandes ductos en la estructura.
- d) Poca flexibilidad y continuidad de operación del sistema.

Sistema central de agua helada

Generalmente, es el más caro de los tres por TONELADA instalada, este sistema es utilizado para un hospital de alto patrón y de cierto tamaño. En este caso, conforme a la conveniencia y a los recursos financieros disponibles no es recomendable (este sistema es recomendable de 50 TONELADAS en adelante).

Sistema fraccionado con unidades compactas

Para hospitales pequeños y de recursos menores, en los cuales serán acondicionados apenas los recintos considerados imprescindibles, tales como salas de cirugía y partos, salas de recuperación y de recién nacidos, empléase unidades compactas fraccionadas evaporador y condensador (expansión directa); puede emplearse también evaporadores con condensadores enfriados por agua, los cuales son abastecidos con agua desde una torre de enfriamiento que puede ser única o no. Con

esto se aprovecha nuevamente alto porcentaje de agua que pasa por las unidades y es circulizada entre éstas y aquella, impulsada por medio de una bomba centrífuga a través de tubería galvanizada o pvc.

Las unidades compactas que atienden usualmente salas de operaciones aisladas, son ubicadas en pequeñas salas de máquinas, adyacentes o sobre aquellos funcionando sin recirculación de aire, haciendo que el aire inyectado sea convenientemente distribuido por medio de ductos. Las salas de máquinas deben tener comunicación fácil con el ambiente externo, a fin de permitir la captación del aire exterior. En los casos en que el escape para el exterior del aire inyectado es difícil, se debe prever un sistema auxiliar de extracción que evite la contaminación de los ambientes contiguos; además, se debe tener el cuidado de lanzar el aire aspirado de las salas de operaciones en lugares en los cuales no exista la posibilidad de contaminación de otras dependencias.

Con preferencia a la selección de las unidades compactas, se debe notar que para que los mismos puedan operar con 100% de aire exterior, deberán tener su descarga de aire reducida a menos de la mitad del flujo nominal. Esto porque en la hipótesis de mantenerse el flujo nominal, la potencia frigorífica requerida para enfriar convenientemente el aire exterior, será igual o mayor a la capacidad de los compresores, no quedando nada para la absorción de la carga térmica interna de los recintos. Por este motivo no siempre es posible usar unidades acondicionadores fabricadas en serie, en alta escala, por la impracticabilidad de alteración de sus características.

Las otras dependencias de estos pequeños hospitales, que no necesitan condiciones especiales de aire acondicionado, tales como los consultorios, salas de administración y aún cuartos de los pacientes, podrían usar las unidades compactas de ventana (self-contained). Estas son adaptables a cualquier tipo de ventana existente, necesitando solamente la previsión del sistema eléctrico de alimentación.

Al realizar un análisis de costo-inversión, se va a elegir optar por:

Un sistema fraccionado con unidades compactas, evaporador-condensador, acondicionados por medio de expansión directa.

Se elige el sistema fraccionado o split, porque se tiene que tener mayor capacidad en el fan-coil o evaporador, para poder compensar la caída de presión, debido a los filtros. El condensador lo ubicamos afuera del recinto hospitalario, y el evaporador adentro ; afuera de la sala de quirófanos. (Ver Planos) .

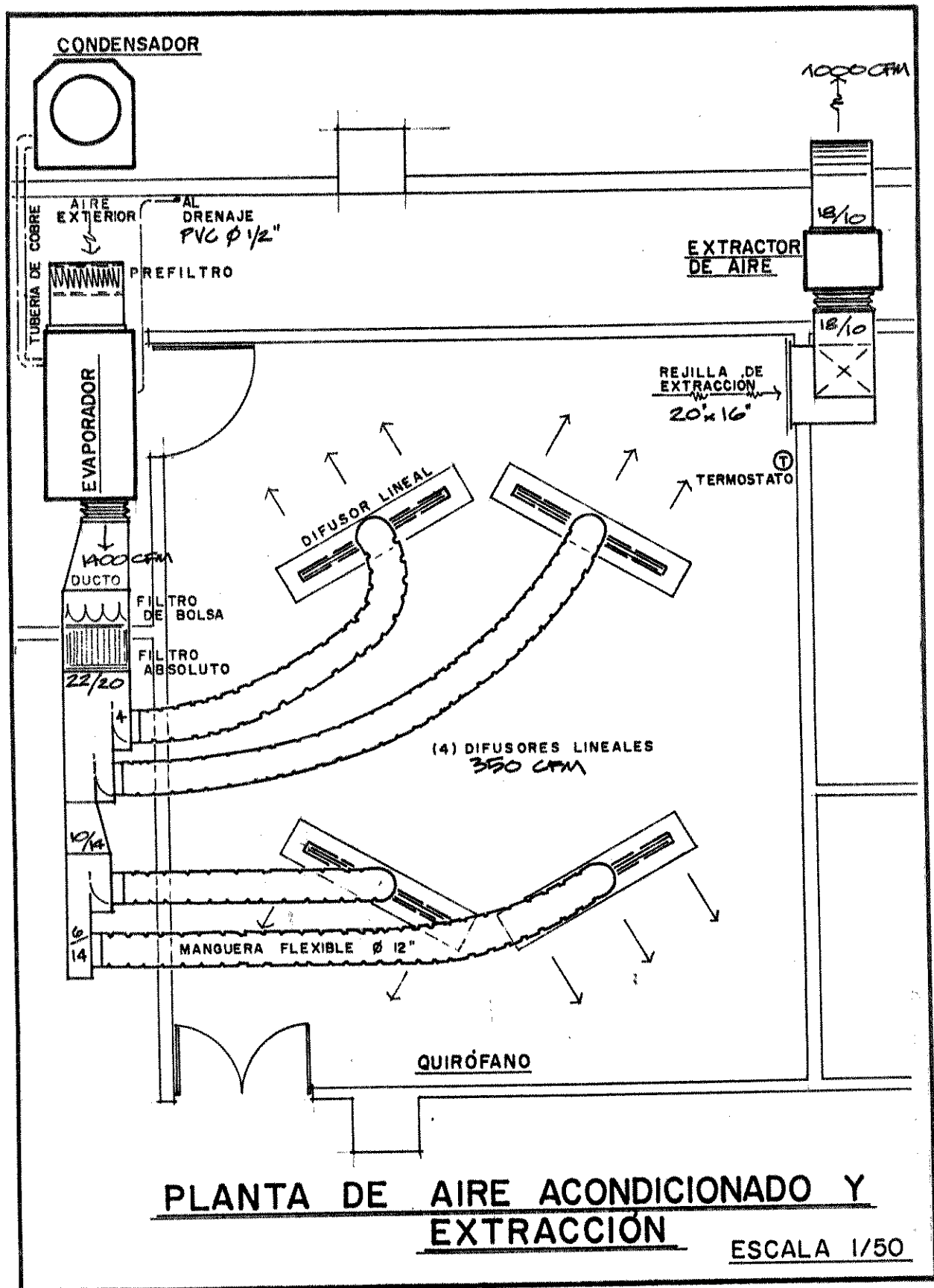


Figura No. 4



Figura No. 5

4.4 COSTOS

Unidad evaporadora, con capacidad para absorber 42000 btu/hora	Q 5,000.00
Unidad condensadora, con capacidad para absorber 30000 btu/hora	Q 4,000.00
Filtro absoluto, de bolsa, y prefiltros	Q 1,500.00
Tubería de cobre y aislante	Q 1,000.00
Termostato	Q 500.00
Difusores lineales, especiales para quirófanos	Q 6,000.00
Ductos de lámina galvanizada, fabricados según normas de la ASHRAE	Q 2,500.00
Manguera flexible	Q 1,500.00
Instalación eléctrica	Q 1,200.00
Estructura para equipos (evaporador-condensador)	Q 500.00
Colgantes	Q 500.00
Supervisión	Q 3,000.00
Planos	Q 1,000.00
Mano de obra	Q 5,000.00
Montaje	Q 1,000.00
Obra civil	Q 600.00
TOTAL	Q 34,800.00

* no incluye el sistema de extracción *

5. TRATAMIENTO DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO.

Bien se sabe que el agua es un recurso indispensable para toda forma de vivir en nuestro planeta, sin ella no habría existencia de vida, por lo que se debe de cuidarla y no desperdiciarla.

Dentro del sistema hospitalario se le da el siguiente uso:

- 1) Sistema doméstico: provee de agua fría y caliente a las áreas de hospitalización, de tratamiento y los servicios auxiliares.
- 2) Agua para lavandería: incluye tanto el sistema de agua fría como de agua caliente a una temperatura cercana a 80°C.
- 3) Agua para calderas: el agua proporcionada para la producción de vapor no debe causar corrosión e incrustaciones a los equipos, y debe proveer un vapor suficientemente limpio para los propósitos de esterilización, cocina y otros.
- 4) Agua para el sistema central de refrigeración y acondicionamiento del aire: el agua debe tener una calidad adecuada al equipo de refrigeración y al enfriador de agua, condensadores o torres de enfriamiento de agua, así como sistemas de humificación para producir aire satisfactorio, libre de olores para las áreas que deben ser acondicionadas.

Cada sistema usa agua diferente y es esencial que sea cuidadosamente analizada para la determinación del tratamiento adecuado para proporcionar agua en condiciones de calidad satisfactoria a los diversos sistemas.

La vida normal de los sistemas y equipos que utilizan agua debe ser de 20 a 25 años; sin embargo, y si el tratamiento dado al agua es inadecuado, estos sistemas y equipos pueden ser rápidamente dañados y volverse poco eficientes en un período de 3 a 5 años.

En el presente estudio se ha considerado sólo dos tipos de uso del agua, por ser los más importantes en este caso:

- para uso doméstico o potable. (incluye a la lavandería).
- para uso de las calderas.

5.1 ANÁLISIS DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO.

Según las características geológicas propias del subsuelo de Petén, con formación kárstica (calcáreo , arenisca y esquisto), la calidad de agua a analizar es de mucho contenido de cal o sea que es agua dura.

Las muestras analizadas se tomó del pozo de agua que alimenta a todo el hospital, en el depósito de condensados de la caldera, antes y dentro de la caldera.

Análisis químico-sanitario:

ASPECTO: limpia.
 COLOR: cristalina.
 OLOR: sin olor.
 TURBIDEZ: 0
 PH: 7
 DUREZA: 100 ppm (proporciones por millón)

Análisis microbiológico:

Según el recuento de los cultivos de gérmenes se encontró que llena los requisitos que establecen las normas de la - COGUANOR -.

Normas:

En la norma guatemalteca obligatoria - NGO 29 001 -, para el agua potable, de la comisión guatemalteca de normas - COGUANOR -, se establecen los siguientes límites:

- El recuento total de microorganismos no debe ser mayor de 500 unidades formadoras de colonias por mililitros de agua (500 UFC / ml).
- El número más probable de coliformes generales no debe ser más de 10 en 100 mililitros de agua (NMP 10 / 100 ml).
- No se admite la presencia de coliformes fecales ni de escherichia coli.

Según lo reportado del análisis microbiológico, se puede concluir que el agua microbiologicamente SI es potable.

Aparte, no hay que perder de vista que es conveniente que se recomiende para el agua de alimentación de la caldera:

* Dureza del agua = 0 ppm.

* pH = 9.5 a 11.5

5.2 TIPOS DE TRATAMIENTO.

Los mayores usos del agua son para beber, alimentación de calderas, procesos industriales y agua de repuesto para torres de enfriamiento.

La figura 5.1 , muestra las operaciones unitarias utilizadas más comúnmente para tratar el agua cruda.

También muestra lo que puede hacerse para tratar el agua para rehuso y para aproximarse al afluente cero para cumplir con las normas propuestas por la U.S. Environmental Protection Agency.

Todas las aguas naturales contienen en cierto grado materia orgánica o inorgánica disuelta o suspendidas. Que se consideran impurezas cuando están presentes en concentraciones suficientemente altas depende de los usos que se den al agua.

Las impurezas pueden clasificarse como:

Inorgánicos	orgánicos	biológicamente activos.
suspendidos	suspendidos	bacterias
coloidal	inmezclable	virus
disueltos	mezclable	algas
	solubles	protozoarios

Las operaciones unitarias de tratamiento y purificación del agua incluyen:

sedimentación	filtración
desinfección	coagulación
intercambio iónico	tratamiento con carbón activado
suavizado con cal y sosa	ósmosis inversa

El tratamiento y purificación del agua para uso en hospitales tiene por objeto **reducir los elementos disueltos en el agua que causan, principalmente, incrustaciones y corrosión en los equipos y tubería, consumo excesivo de jabón y detergentes en los procesos de lavado, precipitación de sustancias que manchan la ropa y aparatos sanitarios y concreciones quebradizas cáusticas en las paredes de las calderas.**

La eliminación de estos inconvenientes depende de la condición física y química del agua, ya que por tratarse de agua potable el proceso se reduce a la eliminación de compuestos solubles en el agua.

Los compuestos en solución que dan origen al tratamiento son aquellos que tienen que ver con la dureza y otras características del agua y se menciona entre ellos el dióxido de carbono, el oxígeno, el hierro, el manganeso y la sílice.

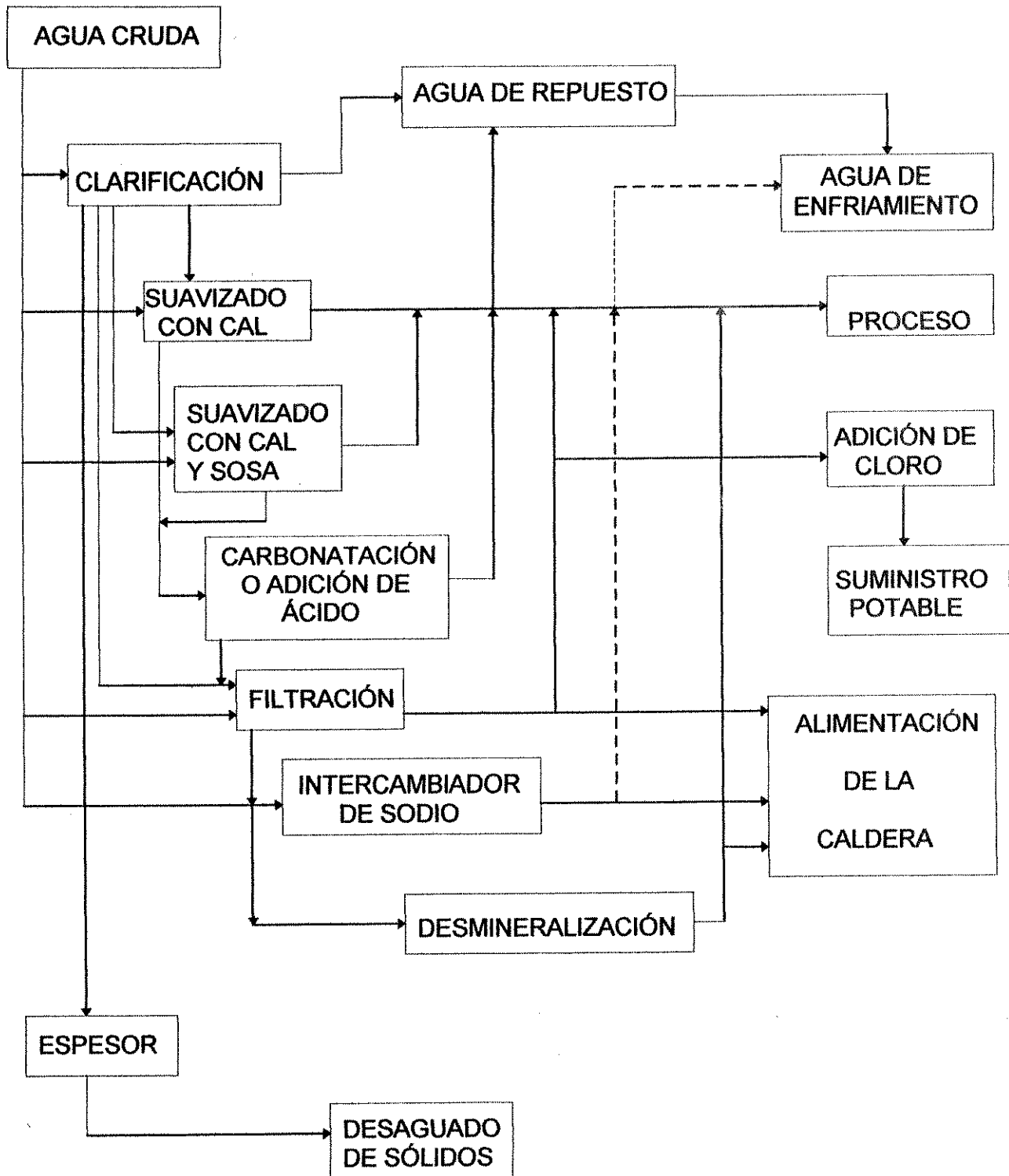


FIGURA No.5
DIAGRAMA DEL TRATAMIENTO DE AGUA.

El acondicionamiento del agua para uso industrial puede ser agrupado dentro de los dos grandes grupos de operación:

ACONDICIONAMIENTO EXTERNO

El acondicionamiento externo para uso industrial tiene varios nombres: pre-tratamiento, tratamiento preliminar, tratamiento indirecto, etc., como quiera que sea llamado significa hacerle algo al agua para que se adapte al uso que se desea hacer de ella antes de que sea usada.

El tratamiento externo requiere del uso de equipo al cual puede incluir procesos fríos o calientes de ablandadores de cal, filtros, ablandadores de zeolita, descalinizadores, desgasificadores, etc. El escoger la alternativa del tratamiento externo esta influenciada por factores tales como calidad del agua cruda que es suministrada, presiones de operación de la caldera, requerimientos de la calidad del agua tratada o terminada y el factor económico.

A pesar de la pureza del agua producida por el equipo de tratamiento externo, normalmente se requiere también de tratamiento químico interno, para completar la protección contra incrustación y corrosión.

ACONDICIONAMIENTO INTERNO

El acondicionamiento interno también es conocido como tratamiento directo, tratamiento posterior, tratamiento secundario, etc., cualquiera que sea el nombre, lo que significa es hacerle algo al agua en el punto de uso, para hacer que sea más adecuada para el uso para el cual se desea.

Antes de seleccionar cualquier tipo de tratamiento, hay que tener en cuenta los problemas que ocasiona el agua en los equipos de generación de vapor, tales como:

1. Incrustación y acumulación de lodos.
2. Corrosión.
3. " Fragilidad cáustica " del acero.
4. Contaminación del vapor (arrastres).
5. Corrosión de las tuberías de condensado y vapor.
6. Exceso de purgas.

5.3 SELECCIÓN DEL TRATAMIENTO.

5.3.1 TRATAMIENTO PARA GENERAR VAPOR.

Como bien se sabe, el vapor generado por la caldera debe ser seco o sea de una ALTA CALIDAD o PUREZA y debe contener pocos sólidos totales para proteger el equipo y las líneas de conducción de vapor, los fabricantes requieren 1 ppm o menos de TDS (total de sólidos disueltos).

Un buen tratamiento debe tener las siguientes características:

1. Remoción del lodo formado por un buen régimen de purgas.
2. Corrosión mantenida al nivel mínimo.
3. Que no exista "fragilidad cáustica" , cuya causa es el cambio de estructura intercrystalina del metal originado por la alta alcalinidad. Como consecuencia, se producen grietas en los puntos en que es mayor la fatiga mecánica del metal, por ejemplo, en las proximidades de los roblones.
4. Que no exista espuma y que ebulle lentamente, sin ebullición violenta.
5. Los TDS no deben ser tan altos que requieran un exceso de purgas.
6. Se le debe dar protección al equipo de precalentamiento y líneas de conducción de vapor condensado.

La formación de incrustaciones, acumulación de sólidos y corrosión en las calderas del hospital de San Benito, Petén se va a prevenir por medio de:

TRATAMIENTO EXTERNO Y TRATAMIENTO QUÍMICO INTERNO.

- Con el tratamiento externo, se puede reducir significativamente la concentración de impurezas de calcio y magnesio, antes que el agua de alimentación llegue a la caldera. Esto se logra por medio de:

ABLANDADORES DE ZEOLITA (silicatos complejos) DE SODIO.

- Mientras que el tratamiento interno, usa químicos que condicionen el agua en la caldera para prevenir la formación de incrustaciones. Esto se logra por medio de cualquiera de los siguientes tratamiento:

TRATAMIENTO CONVENCIONAL DE FOSFATOS.

POLIMERO DISPERSANTES.

TRATAMIENTO CON FOSFONATOS.

TRATAMIENTO CON QUELANTES.

- Hay que verificar cual de todos los tratamientos es más factible, para hacer una elección adecuada del tipo de tratamiento.

5.3.2 TRATAMIENTO PARA USO HUMANO.

Para el consumo humano el agua debe satisfacer las condiciones de potabilidad, tanto desde el punto de vista microbiológico como de sus cualidades físicas y químicas.

Para la sanitización de las aguas, (como el abastecimiento principal del hospital es el pozo, y este llena los requisitos de potabilidad para el hospital) se va a tratar este asunto específicamente solo en lo que respecta al agua de abastecimiento de la red municipal, la cual es la que abastece al hospital, en caso de no funcionar la bomba mecánica del pozo, entonces a esta agua de abastecimiento se le tratará para su utilización.

Se tiene que tener siempre presente que el rango de pH, para que sea potable debe estar entre 7.2 a 7.6.

Existen tres formas de tratar estas aguas:

TRATAMIENTO CON CLORO GAS.

TRATAMIENTO CON CLORO EN POLVO O SÓLIDO.

TRATAMIENTO CON CLORO LÍQUIDO.

TRATAMIENTO CON HIPOCLORITO DE CALCIO.

Se va ha verificar que tipo de tratamiento es el más factible para llevarlo a cabo.

5.4 FACTIBILIDAD DEL TRATAMIENTO.

5.4.1 PARA GENERAR VAPOR.

La formación de incrustaciones en las calderas ocasionan graves problemas. Por su característica aislante, y por localizarse precisamente en las superficies de transferencia de calor, donde primero se depositan, causan un gran daño económico que cada día es mayor por el aumento en el costo de los combustibles.

Para visualizar este daño económico, se da ha continuación, la siguiente tabla y un ejemplo práctico de dicho centro hospitalario.

- Se tiene una caldera de 200 HP, con un 85% de "carga", y quemador de diesel, operando 6 horas diarias, con una incrustación de carbonatos suaves de 1/16 " de espesor. Calcular el daño económico. Consumo teórico de combustible:

$$0.295 \text{ gl} * \text{HP} * \text{hora.}$$

Consumo real de combustible:

$$200 * 0.295 * [(85 + 12.4)/100] * 6 \text{ horas} = 344.80 \text{ Gls.}$$

Consumo teórico de combustible:

$$0.295 * 200 * (85/100) * 6 \text{ horas} = 300.90 \text{ Gls}$$

Combustible extra quemado a causa de la incrustación:

$$43.9 \text{ Gls. en 6 horas.}$$

Para obtener el daño económico causado en 6 horas, multiplicar el valor del galón de diesel por 43.90.

TABLA
PÉRDIDAS DE ENERGÍA DEBIDO A DEPÓSITOS
DE INCRUSTACIÓN EN CALDERAS

ESPESOR DE INCRUSTACIÓN (EN PULGADAS)	GASTO EXTRA EN COMBUSTIBLE (EN PORCENTAJE)
1/32	8.5
1/25	9.3
1/20	11.1
1/16	12.4
1/4	25.0
3/8	40.0
1/2	55.0

LA FACTIBILIDAD del tipo de tratamiento para el agua de la caldera se va a realizar por medio de un tratamiento externo con **suavizadores de zeolita**, de la manera siguiente:

Se tiene:

- Hospital de 50 camas.
- Gasto de 12 galones por minuto (gpm).
- Régimen de trabajo de 6 horas diarias.
- Agua con una dureza de 100 ppm.

1- Tanque de ablandamiento.

consumo total diario: $12 \text{ gpm} * 60 \text{ minutos} * 6 \text{ horas} = 4320 \text{ galones}$.

2- Número de ablandadores.

2 ablandadores con capacidad de 2160 galones cada uno.

3- Dureza por galón.

$100 \text{ ppm} / 10 = 10 \text{ granos por galón}$.

4- Dureza total a remover.

$2160 \text{ galones} * 10 = 21600 \text{ granos}$.

5- Zeolitas seleccionadas.

tipo SINTETICO (synthetic gel) con capacidad de remoción de 10000 granos por pie cúbico.

6- Cantidad de zeolita.

$21600 \text{ granos} / 10000 = 2.16 \text{ pies cúbicos}$.

7- Velocidad máxima de remoción de la dureza.

6 galones por minuto por pie cuadrado.

8- Diámetro del tanque.

para una máxima razón de filtración de 6 galones por minuto por pie cuadrado se necesita un tanque de sección de 2 pies cuadrados de sección, correspondiente a un diámetro de 21 pulgadas.

9- Altura del tanque.

a) Profundidad de la capa de zeolita.

$2.16 \text{ pies cúbicos} / 2 \text{ pies cuadrados} = 1.08' = 13 \text{ pulgadas}$

b) Altura libre para expansión del lecho (35% para el tipo sintético).

$13 * 35 / 100 = 4.55" = 5 \text{ pulgadas}$.

c) Profundidad de la capa soporte = 18 pulgadas.

d) Espacio disponible en el borde = 8 pulgadas.

e) Altura total = $44" \sim 3.6' = 48 \text{ pulgadas}$.

Tanque de almacenamiento de sal y preparación de salmuera concentrada.

1- Cantidad de sal para la regeneración de una unidad (5 libras de sal por pie cúbico de zeolita sintética).

$$5 * 2.16 = 10.8 \text{ lbs.} = 11 \text{ libras.}$$

2- Cantidad total de sal (mínimo necesario para 10 regeneraciones).

$$10 * 11 \text{ lbs.} = 110 \text{ libra.}$$

3- Volumen necesario para la solución concentrada. Se admite una solubilidad media de 25% , correspondiente a una densidad de 1.19 , lo que nos da

$$11 * 25 / 1.19 * 100 = 3 \text{ libras de sal por pie cúbico de solución,}$$

tendremos $110 / 3 = 37$ pies cúbicos.

4- Diámetro del tanque.

admitido de 38" , con una sección de 8 pies cuadrados.

5- Altura del tanque.

a) Altura útil.

$$37 \text{ pies cúbicos} / 8 \text{ pies cuadrados} = 4.63 \text{ pies.}$$

b) Altura de la capa soporte = 1 pie.

c) Altura total = 5.63 pies = 6 pies = 72".

Tanque de solución.

1- Capacidad. La necesaria para una regeneración.

2- Concentración de la solución = 10 % para zeolitas sintéticas.

3- Volumen necesario para la solución.

una solución a 10 % tiene una densidad media de 1.07, correspondiente a 2.2 libras de sal por pie cúbico. Siendo la cantidad de sal necesaria para una regeneración de 11 libras, tenemos:

$$11 / 2.2 = 5 \text{ pies cúbicos de solución al 10\% .}$$

4- Diámetro del tanque.

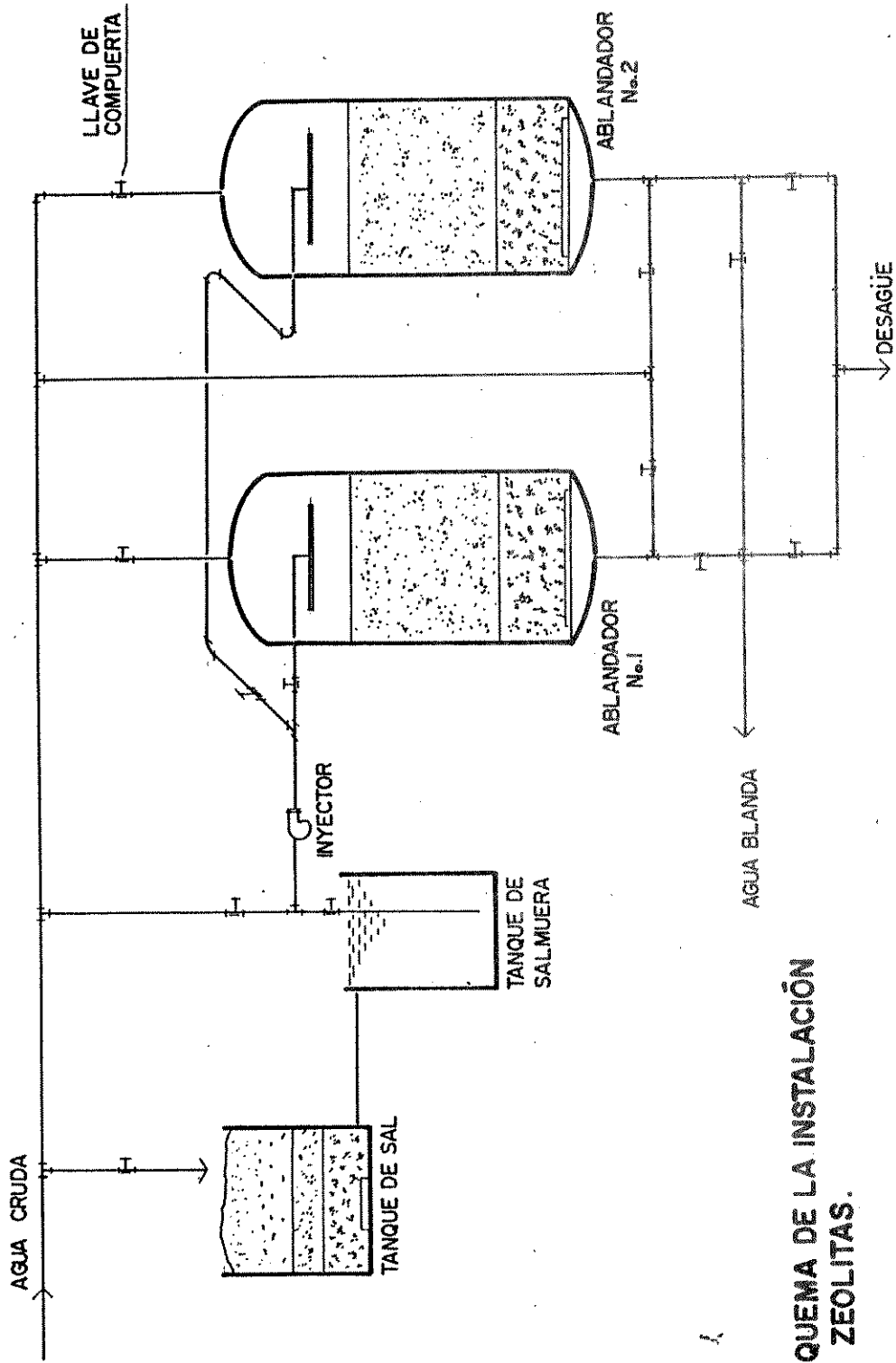
se asume de 30 pulgadas con una sección correspondiente de 4.9 pies cuadrados.

5- Altura del tanque.

a) 5 pies cúbicos / 4.9 pies cuadrados = 1.02 pies.

b) Borde libre = 1 pie.

c) Altura total = 3.02 pies = 37 pulgadas.



ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE ZEOLITAS.

Figura No. 6

Ahora bien, el tratamiento interno se va a realizar por medio de:

- TRATAMIENTO CONVENCIONAL DE FOSFATOS Y
- TRATAMIENTO CON POLÍMEROS DISPERSANTES.

Por ser un tratamiento más económico, no necesita mayor calidad del agua y se le encuentra en el mercado fácilmente.

La información del estudio de factibilidad se basa en fuentes primarias, requiriéndose cotizaciones más o menos firmes. El estudio de factibilidad genera sus datos con base en los siguientes elementos:

- análisis de mercado mediante investigación directa.
- definición detallada de la organización que administrará el tratamiento y análisis de los requerimientos de personal para el tratamiento.
- requerimientos de insumos, determinando su origen, posibles restricciones y sistema de transporte.
- calendario de ejecución, puesta en marcha y ejecución.

5.4.2 FACTIBILIDAD DEL TRATAMIENTO PARA USO HUMANO.

Como este caso se va a analizar **ESPECIFICAMENTE** para las aguas de la red municipal de abastecimiento al hospital, después de analizar todos los sistemas posibles para la cloración del agua, el más económico y de más bajo costo diario para el mantenimiento de las aguas, es el tratamiento **CON HIPOCLORITO DE CALCIO**.

El inconveniente, y es muy importante que se tenga en cuenta, es que los tipos de productos con cloro, son muy peligrosos para las personas que lo manipulan, y deben ser llevadas a cabo por personas especializadas en estas cosas, con rigurosa medida de seguridad; que normalmente no se realiza.

6. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

6.1 VAPOR.

Calderas.

Las siguientes operaciones efectuadas por el operario encargado de la caldera en la parte mecánica y por un electricista la parte eléctrica, en los intervalos especificados, y bajo la supervisión del jefe de mantenimiento.

Es importante realizar la inspección diaria, en una buena forma, para llevar posteriormente un buen mantenimiento.

A. Cada 4 meses:

- 01) Limpiar los tubos de la caldera interiormente, así como las placas tubulares por medio del cepillo de alambre. Esta operación debe hacerse al seco sin utilizar ninguna sustancia tal como aceite o agua. Los operarios deberán usar mascarillas.
- 02) Quitar las tapas de los registros y ponerles empacaduras nuevas eliminando todos los depósitos en las orillas de los mismos. Lubricar las empacaduras con grafito.
- 03) Eliminar los depósitos de lodo e incrustaciones en el interior de la caldera utilizando chorros de agua y medios mecánicos.
- 04) Si en el interior de la cáscara existen excesivas incrustaciones hay que atacarlas con un producto químico adecuado para el tipo de incrustaciones (según tratamiento de agua).
- 05) Revisar los refractarios del horno y la tapa trasera, y si tienen grietas, taparlas con cemento refractario, eliminando antes el hollín que esté depositado.
- 06) Limpiar con tetracloruro de carbono u otro solvente adecuado, todos los contactos de los diversos accesorios eléctricos de la caldera. Eliminar las picaduras con una lima de platinas. Ajustar las conexiones.
- 07) Limpiar la turbina de aire del quemador.
- 08) Limpiar los filtros de gas-oil de la entrada y de la bomba en la caldera de gas-oil.
- 09) Revisar la empacadura del eje de la bomba de alimentación de agua, reemplazándose en caso necesario.
- 10) Lubricar la bomba de agua de alimentación.

- 11) Limpiar el filtro de la bomba de agua.
- 12) Ver las condiciones de funcionamiento del cheque de la tubería de agua de alimentación, desarmarlo para su limpieza y ajuste interior, en caso necesario reemplazarlo.
- 13) Revisar los tubos de la caldera por fugas.
- 14) Lubricar el motor del ventilador.
- 15) Limpiar los electrodos del quemador, graduarlos de acuerdo con las especificaciones. En caso necesario reemplazarlos.
- 16) Revisar los cables de alta tensión de transformador de ignición.
- 17) Limpiar las boquillas del quemador y sus filtros.
- 18) Revisar los interruptores de mercurio del flotador de nivel de agua. Si la caldera lleva el sistema de electrodos para nivel de agua, desmontarlos para su limpieza interior.
- 19) Revisar los interruptores de mercurio del control de presión y del modulador.
- 20) Purgar los depósitos en el tanque de condensados.
- 21) Limpiar la célula fotoeléctrica (ojo electrónico) con un trapo limpio. Nunca quitarle el vidrio de protección.
- 22) Lubricar las levas del motor del control electrónico si la caldera está equipada con modulador.
- 23) Lubricar la leva del modulador si va equipada con modulador.
- 24) Purgar los tanques accesibles de combustible.

B. Cada año:

Para realizar el mantenimiento anual, efectuar el mantenimiento trimestral y en adición lo siguiente:

- 01) Limpiar el exterior de la caldera.
- 02) Rectificar los asientos de las válvulas defectuosas o cambiarlas.

- 03) Limpiar las tuberías accesibles interiormente, que alimenta de agua a la caldera y la purga, eliminando las incrustaciones.
- 04) Revisar y ajustar el manómetro principal.
- 05) Cambiar las empaaduras del cristal del nivel.
- 06) Revisar y ajustar las válvulas de seguridad.
- 07) Destapar el tanque de condensado y el tanque de combustible para efectuar su limpieza interna.
- 08) Efectuar la inspección anual de la caldera conjuntamente con la división de seguridad industrial del ministerio de trabajo en su jurisdicción.

Procedimiento para la prueba hidrostática :

Este procedimiento debe aplicarse para determinar la existencia de fugas en los tubos o las placas, debidas a un recalentamiento por bajo nivel de agua; así como en las válvulas por picaduras e incrustaciones en los asientos.

- 01) Desmontar las tapas de adelante y de atrás.
- 02) Abrir la llave superior del nivel de agua o la llave de ventilación si fue prevista especialmente.
- 03) Cerrar la llave principal de salida de vapor.
- 04) Cerrar todas las llaves de purga.
- 05) Desmontar las válvulas de seguridad y en su lugar ponga tapones, o en su defecto se amordazan con extractores.
- 06) Proceder a introducir agua a la caldera utilizando la bomba de alimentación bajo control manual, o una bomba de mano cuando la de alimentación no tenga la capacidad suficiente.
- 07) Cuando sale agua por la llave superior del nivel de agua o por la de ventilación, cerrarla.
- 08) Observar el manómetro, permitir que la presión se eleve hasta 1 1/2 veces la presión de trabajo en etapas de 40 libras con intervalo de 1 minuto, en este momento apagar la bomba.
- 09) Observar si hay fugas durante un período de 30 minutos en los tubos, en las placas y en las válvulas. Si es posible efectuar la reparación, proceder de inmediato. En casos contrario, contratar servicios especializados.

- 10) Abrir lentamente la válvula de salida de purga al drenaje, para reducir la presión.

Mantenimiento de accesorios

Equipos eléctricos :

- C. Motores.
- E. Interruptores.
- F. Relés de programación.

- C. Los motores requieren un mínimo de mantenimiento. Hay que mantenerlos secos y libres de excesiva suciedad. Engrasar las partes móviles trimestralmente.
- D. Cada año : desconectar los motores para una revisión general y renovación de las partes desgarradas.
- E. Los interruptores incluyen los de tipo automático y los manuales. Su mantenimiento más importante es tener limpias y apretadas las conexiones. Esto debe hacerse trimestralmente .
- F. Los relés incluyen los arrancadores de los motores y válvulas operadas eléctricamente. Revisar trimestralmente las conexiones terminales en los arrancadores. Conexiones flojas pueden ser la causa de sobrecarga y poca vida de los contactos. Inspeccionar los contactos para que tengan buen contacto mecánico y lijarlos con lija no. 600 para metal si están demasiados picados. Las válvulas solenoides no requieren mantenimiento pero deben ser probadas periódicamente para ver si cierran bien bajo presión normal. El relé de programación es el control que automáticamente da la secuencia de funcionamiento del quemador y del equipo auxiliar. También funciona como dispositivo de parada en caso de falla de llama el cual apaga el quemador en el caso de que la fotocelda no entre en acción.
- G. Cambiar los tubos electrónicos anualmente y limpiar los contactos de los relés y de las levas cuando menos trimestralmente. Usar tetracloruro de carbono y en algunos casos papel de esmeril muy fino cuando se limpien estos contactos.

H. Conjunto del ventilador:

El conjunto del ventilador suministra el aire para la combustión que se requiere para quemar el combustible. Es uno de los elementos de mayor importancia del sistema y por lo tanto requiere un mantenimiento cuidadoso. Si se deja que el ventilador se ensucie, su eficiencia se reduce y resultará una combustión inadecuada.

Hacer lo siguiente trimestralmente :

- Limpiar la malla de entrada del aire al ventilador.

- Limpiar el rotor del ventilador.
- Inspeccionar si los "prisioneros" están apretados.
- Verificar si las correas en "V" no están flojas y cambiarlas si se notan gastadas.
- Engrasar las rolineras del motor.

I. Conjunto del quemador :

El conjunto del quemador llena tres funciones:

- 1.- Abastecer de combustible al hogar.
- 2.- Mezclar el combustible con el aire de combustión surtido por el ventilador.
- 3.- Controlar la forma de la llama.

A fin de que el quemador funcione bien y que dé un rendimiento óptimo debe darse a los componentes que manejan tanto el combustible como el aire de combustión una atención adecuada.

Hacer lo siguiente cada tres meses :

- Si se quema gasoil, limpiar las boquillas (sin dañarlas).
- Sacar el conjunto del quemador de la cámara (plenúm) de aire, desarmarlo y limpiarlo perfectamente.

Para asegurar un encendido confiable del combustible, es muy importante que el sistema de encendido tenga mantenimiento apropiado.

Hacer lo siguiente cada tres meses :

- Inspeccionar las puntas de los electrodos y ajustarlos cuando se necesario. Siga las recomendaciones del fabricante.
- Mantener apretadas las terminales de los cables de encendido.
- Verificar la porcelana del electrodo y en caso de estar éste dañado cambiar el electrodo.

MANTENIMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

J. Cada 6 meses:

- 01) Ver el estado de los anclajes y soportes de las tuberías (ruptura, aflojamiento, deterioro).

- 02) Ver el estado general de la tubería.
- 03) Revisar trampas, reguladores, válvulas, filtros y demás accesorios.
- 04) Comprobar todos los equipos que trabajan con vapor por su buen funcionamiento.
- 05) Revisar los tanques de almacenamiento de condensado y sus accesorios.

K. Cada año:

- 01) Desmontar las trampas de vapor, para ver el estado de los elementos interiores, limpiarlos o reemplazarlos en caso necesario.
- 02) Revisar y ajustar todos los manómetros de la instalación.
- 03) Cambiar las empaaduras de las juntas de expansión.
- 04) Efectuar todas las reparaciones que sean necesarias en base a la inspección general de las instalaciones.

EQUIPO DE ESTERILIZACIÓN (AUTOCLAVES).

" Antes de tratar de reparar o inspeccionar el autoclave hay que asegurar el corte de vapor, desconectar la alimentación eléctrica, cerrar todas las válvulas y que la presión de la unidad se encuentre liberada "

Inspección semanal (a cargo del operario del autoclave).

- Limpiar el colador o filtro de la cámara.
- Verificar el funcionamiento de la válvula de seguridad, bajo presión, por 10 segundos.
- Limpiar exterior e interiormente con un detergente suave que no contenga abrasivos.
- Vaciar a través del filtro de la cámara una solución de fosfato trisódico (1 cucharada/1 litro de agua hirviendo) para remover grasas y residuos, cada 2 semanas.

L. Cada 6 meses:

- Comprobar el buen funcionamiento del mecanismo de la puerta, barras de seguridad, sello de la empaadura y lubricación de las bisagras.

- Verificar el funcionamiento de la válvula de seguridad, válvula reguladora de presión y su calibración.
- Revisar el funcionamiento de las trampas de vapor de la camisa y de la cámara.
- Revisar el filtro principal de vapor.
- Destapar los cheques (válvula de retención) para su limpieza y comprobar su funcionamiento.
- Durante el transcurso de un ciclo completo, comprobar el funcionamiento de todos los elementos del aparato en especial del modulador (sistema de levas), manómetros y termómetros.

MANTENIMIENTO DE LA COCINA (MARMITA).

El mantenimiento dentro del equipo de cocina redonda todo a mucha limpieza e higiene, a cargo de la operaria del puesto.

- Inmediatamente que se termine de cocinar, limpiar la marmita por dentro, esto evita que partes sólidas queden pegadas en el interior y que en la misma se impregnen olores desagradables.
- Limpiar con 200 ppm del agente limpiador hipoclorito líquido.
- NO utilizar ningún objeto metálico que pueda rayar el interior de la marmita. Esas hendiduras son lugares especiales para alojar bacterias que pueden contaminar la comida.

Inspección semanal.

- Probar la válvula de seguridad, tirando hacia arriba la palanca.

M. Cada 6 meses:

- Chequear la presión del vapor; debe ser de 25 psi.
- Revisar la trampa de vapor.
- Chequear las líneas de vapor por fugas o que no esté bloqueada.

MANTENIMIENTO DE LAVADORA - EXTRACTORA.

Las inspecciones a intervalos regulares, de acuerdo a la carga de trabajo normal de la máquina son un factor primordial para evitar reparaciones innecesarias y prolongar la vida útil de la máquina.

Esta inspección debe ser llevada a cabo mensualmente por el mecánico o electromecánico encargado del mantenimiento del equipo; bajo la supervisión del adjunto técnico o del jefe de mantenimiento.

Inspección mensual:

- Revisar las conexiones de agua y vapor en busca de fugas.
- Comprobar que la máquina esté propiamente lubricada y su funcionamiento es suave.
- Accionar los cierres de las tapas del tambor para ver si funcionan correctamente.
- Comprobar la tensión correcta de las correas de transmisión o las cadenas.
- Revisar la bomba durante su funcionamiento por fugas en las empacaduras u operación ruidosa.
- Comprobar el ajuste y correcto funcionamiento del freno del motor en modelos así equipados.
- Accionar las cerraduras de las puertas exteriores de la lavadora-extractora para comprobar su correcto funcionar.
- En modelos de válvulas de admisión de agua automático (accionado por solenoide desde el tablero de control) compruebe que ésta admite el agua hasta un nivel correcto.
- Comprobar que la lectura del indicador de nivel de agua coincide con el nivel real del agua dentro del cilindro.
- Observe el funcionamiento de todas las válvulas de solenoide en máquinas así equipadas.
- Compruebe que el movimiento de vaivén de la lavadora se lleva a cabo correctamente y sin saltos bruscos o vibraciones.
- Comprobar el funcionamiento del "timer" en modelos así equipados.

A. Cada 2 meses:

Completar la inspección general detallada anteriormente, procediendo a corregir de inmediato cualquier irregularidad, y en adición efectuar las siguientes operaciones:

COJINETES Lubricar adecuadamente con grasa para cojinetes de servicio pesado, con el uso de una pistola para grasa (grasera) y a través de las graseras provistas para el caso. Es muy importante no sobrepasarse en la aplicación de grasa; desde que esto solo causa problemas y debilita permanentemente los sellos de los cojinetes.

MOTOR ELÉCTRICO

- a) Limpiar externa e internamente el motor con una manguera de aire comprimido. Luego eliminar con un trapo limpio los depósitos de grasa, polvo o pelusa. Esto es importante para evitar recalentar el motor.
- b) Ajustar la presión del freno, es necesario después de uso prolongado. Revisar el circuito eléctrico del freno electromagnético en modelos así equipados.

- CADENAS DE TRANS - MISION** Las cadenas nuevas vienen lubricadas con un producto especial con propiedades antioxidantes que no debe ser removido. Las cadenas deben ser lubricadas completamente mientras la máquina está funcionando, con aceite de motor SAE 30-40. Es conveniente que haya en la lavandería una aceitera cargada para poder lubricar semanalmente las cadenas, o aún con más frecuencia si es necesario. Esta operación debe ser ejecutada por el personal de lavandería.
- CORREAS** Comprobar la tensión de la correa y hacer los ajustes necesarios. La tensión de la correa debe ser solo lo necesario para que esta no deslice. Inspeccionar por daños como roturas, grietas, etc., que inmediatamente exigen reemplazo. Nunca reemplazar una sola correa sino el juego completo, de no hacerse en esta forma toda la carga pasa a la correa nueva que todavía no ha tenido oportunidad de estirarse.
- VÁLVULAS SOLENOIDE** Observar su operación correcta durante un ciclo completo; en caso de desperfectos proceder de inmediato a la reparación.
- CARCASA Y TAMBORES** Revisar por daños producidos durante la operación. Verificar el mecanismo de las puertas y su hermeticidad. Comprobar la limpieza de la máquina en general por los encargados de su operación.
- SISTEMA ELÉCTRICO DE CONTROL**
- a) El control de inversión de movimiento debe ser revisado por operación correcta. Ver el estado de los contactos eléctricos y de las levas que accionan el mecanismo. Chequear especialmente que exista un tiempo muerto de corriente en el intervalo del movimiento de vaivén ya que en caso contrario el motor no tardará en quemarse. El intervalo sin corriente puede ser regulado ajustando la posición de las levas actuadoras.
 - b) Comprobar el buen estado y el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica en general, microswitches, conexiones a las válvulas de s solenoide, suministro de corriente al motor, tablero de control, etc. Prestar especial atención al estado de los alambres rotos o quemados para evitar futuras fallas de operación.

B. Cada 6 meses :

- VÁLVULAS DE AGUA Y VAPOR MANUALES** Revisar las válvulas de agua y vapor de la instalación por fugas, o incorrecta operación. El vapor es en ocasiones utilizado directamente en la lavadora cuando no se dispone de un suministro de agua caliente a la temperatura deseada. El estado de las trampas de vapor en instalaciones así provistas debe ser comprobado. El funcionamiento defectuoso puede ser remediado con una limpieza completa en un gran número de casos. Los filtros de la instalación se les va a abrir y limpiar mensualmente.

MANTENIMIENTO DE SECADORAS.

Las secadoras son máquinas sencillas y de fuerte construcción que si reciben un cuidado mínimo rinden largos años de servicio.

Diariamente:

- Limpiar en forma general.
- Chequear el filtro de pelusa, limpiarlos si es necesario.
- Asegurar que el filtro no esté dañado. Si hay necesidad, reemplazarlo.
- Asegurar que el filtro de pelusa, esté bien instalado y no exista fuga hacia el ducto de salida de aire.

Inspección mensual:

- Comprobar el funcionamiento suave de la máquina, tanto del ventilador como del motor, y tornillo sin fin así como su correcta lubricación.
- Revisar el ventilador por cualquier acumulación excesiva de pelusa o fibras o salida del lubricante.
- Verificar el correcto funcionamiento de la trampa de vapor en modelos de calentamiento a vapor.
- Comprobar que no haya una excesiva acumulación de polvo, pelusa o fibras sobre los serpentines de calefacción.
- Comprobar que el "damper" funciona correctamente.

C. Cada 2 meses:

MOTOR Lubricar los cojinetes adecuadamente con grasa para servicio pesado.
ELÉCTRICO Limpiar el motor con aire comprimido y un trapo seco y limpio.

TRANS - Lubricar adecuadamente con grasa para servicio pesado de alta
MISIÓN temperatura. Escuchar durante el funcionamiento por indicaciones de ruido y desgaste normal.

D. Cada 6 meses:

LÍNEA Comprobar el suministro de vapor a la presión requerida, así como el
DE correcto estado de funcionamiento de la trampa y el filtro de vapor.
VAPOR Y

CONDEN - Desarmar la trampa para una limpieza general. Corregir de inmediato las
SADO fugas de vapor existente.

SERPENTÍN Limpiar completamente de cualquier acumulación de polvo, pelusa o
DE CALEN - fibras, que afectan adversamente el rendimiento de la máquina. Usar aire
TAMIENTO comprimido para esta tarea.

VENTI - LADOR	Limpiar completamente ya que cualquier acumulación sobre el mismo restringe al flujo de aire y reduce el rendimiento. Limpiar también cualquier evidencia de exceso de aceite sobre el eje u otras partes, si ésta condición se repite, investigar el procedimiento correcto de lubricación o la condición de los sellos de grasa.
CARCAZA	Comprobar sus buenas condiciones sobre todo en lo referente a hermeticidad. Si la carcasa no está hermética el aire frío se mezcla con el aire caliente reduciendos grandemente la efectividad de la secadora. Las filtraciones deben por lo tanto ser completamente eliminadas.
PUERTA	Un ajuste incorrecto de la puerta permite el paso de aire frío al interior; reduciendo la eficiencia de la máquina. Esta condición debe por lo tanto ser eliminada. La hermeticidad se obtiene generalmente por medio de una empacadura de goma. Si su condición es defectuosa debe ser reemplazada de inmediato por una de características similares de acuerdo con el manual del fabricante.
REGU- LADOR DE TIEMPO (TIMER)	Comprobar su correcta operación. Especialmente cuando el "timer" controla los "dampers" de aire frío a la entrada de los serpentines, los cuales se deben abrir aproximadamente por 1 minuto antes de detener la máquina, ésta condición debe ser comprobada. Revisar la instalación eléctrica.
DUCTO DE ADMISIÓN Y ESCAPE	Limpiar completamente con un cepillo suave, trapo limpio y aspiradora. Cualquier acumulación en estos ductos reduce la capacidad de ventilación debida al aumento de la resistencia de la suciedad.
BASES DEL APARATO	Si durante el funcionamiento se observan vibraciones cuyo origen es un ajuste inadecuado en la base del aparato debe corregirse esta condición de inmediato.

MANTENIMIENTO DE PRENSAS.

Las prensas de lavandería, operadas por aire comprimido dan largos años de servicio cuando se les presta el mantenimiento adecuado.

Las siguientes operaciones deben ser llevadas a cabo a los intervalos recomendados por el operario de la máquina o por el mecánico, o similar encargado del equipo según corresponda, bajo la supervisión del adjunto técnico o del jefe de mantenimiento.

Inspección semanal.

VAPOR Y AIRE COM - PRIMIDO Revisar por fugas, deterioro, el buen funcionamiento de las trampas de vapor, válvulas de expansión, cheques, válvulas de bola y compuerta.
Limpiar los filtros de aire comprimido y de vapor.

PRENSA EN GENERAL Comprobar el nivel de aceite de los amortiguadores.
Comprobar el funcionamiento suave de la prensa durante un ciclo completo de cierre y apertura.
Inspeccionar el cilindro por fugas de aire.
Limpieza general de la máquina.

E. Cada 2 meses:

PERNOS DE FIJACIÓN Comprobar el ajuste correcto de los pernos de fijación de la máquina.
Cualquier desplazamiento que se produzca en la base durante la operación de la prensa debe ser eliminado.

AMORTIGUADORES - Revisar la empacadura de retén de aceite.
Regular la amortiguación en caso necesario por medio de los tornillos de ajuste.

CILINDRO Comprobar el correcto funcionamiento. En caso de fugas de aire entre el pistón y la camisa que no se eliminen con buena lubricación, proceda a desmontarlo y a hacer una limpieza general.

F. Cada año:

FORROS Sacar los forros y limpiar cuidadosamente las planchas de calefacción, reemplazar los resortes que aparezcan dañados o rotos.

PRENSA Revisar completamente el funcionamiento de las partes, reemplazar aquellas que presenten desgaste excesivo.
Pintar la unidad en caso necesario.

Nota: mantener limpia la parte metálica de la plancha, utilizando parafina o producto comercial especial. Nunca usar lija o abrasivos ya que estos producen daño permanente.

MANTENIMIENTO DE PLANCHADORAS DE RODILLOS.

Mientras la máquina está en operación, se debe considerar como una prueba cada vez que funciona una parte de la misma. El operario debe tener especial interés en conservar la máquina en excelentes condiciones; y debe estar alerta por cualquier ruido, de cualquier naturaleza que sea extraño al normal funcionamiento de la máquina;

reportando de inmediato cualquier funcionamiento no satisfactorio de alguna de sus partes.

Inspección semanal.

- Comprobar que la máquina está propiamente lubricada y su funcionamiento es suave.
- Comprobar que no haya acumulaciones de polvo o pelusa sobre o dentro de la máquina y se encuentre limpia.
- Revisar las conexiones de suministro de vapor y retorno de condensado; con énfasis especial en la condición e las trampas de vapor.
- Comprobar el nivel de la máquina, el cual debe ser corregido de inmediato si se encuentra alterado.

Programa de mantenimiento:

LUBRICACIÓN Proceder cuidadosamente y regularmente a cumplir con el programa de lubricación, especial para cada máquina, detallado en el manual de la misma.
Tanto los intervalos de lubricación como el tipo de grasa utilizados deben de estar bien definidos.

G. Cada 2 meses:

Completar la inspección general detallada anteriormente, procediendo de inmediato a corregir cualquier irregularidad y en adición efectuar las siguientes operaciones.

MOTOR ELÉCTRICO Limpiar externa e internamente si es posible con una manguera de aire comprimido. Eliminar con un trapo limpio los depósitos de grasa, polvo y pelusa. Esto es importante para evitar el recalentamiento del motor.
CO Buscar síntomas de recalentamiento y verificar su funcionamiento suave y sin ruidos extraños.

CADENAS Y ENGRANAJES DE TRANSMISIÓN Verificar el correcto funcionamiento de cada uno de estos elementos durante la operación normal de la máquina. Hacer de inmediato las correcciones a que haya lugar. En modelos equipados con desembrague automático, verifique su conexión a la guarda para las manos, y su correcto funcionamiento.

LONAS Y RODILLOS Verificar las condiciones de los forros de los rodillos; especialmente los diámetros de los mismos de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Comprobar la alineación de los rodillos guías y la tensión correcta de las lonas. Hacer los ajustes necesarios para compensar cualquier alargamiento.
Eliminar las arrugas a los desplazamientos irregulares de las lonas utilizando los procedimientos recomendados.

ELE -	Limpiar haciendo pasar por la planchadora un trapo del tamaño necesario,
MEN -	rociado con un solvente especial para planchadoras. Nunca use un
TOS DE	solvente con un punto de inflamabilidad inferior a 375°F (190° C) ya que
CALE -	de otro modo puede producirse un incendio.
FACCIÓN	Un trapo parafinado debe pasarse a continuación para lubricarlos
	propiamente.

LUBRICACIÓN DEL EQUIPO DE LAVANDERÍA.

Los principales problemas que se afrontan al lubricar las maquinarias de lavandería son los de la humedad, que forman óxidos, y los efectos de las soluciones calientes de jabones y detergentes.

Mecanismos reductores de velocidad.

Generalmente se utiliza un aceite de engranajes SAE 140, pero algunos engranajes reductores tienen carga suficiente como para necesitar un aceite de engranajes con propiedades HD (servicio pesado).

Otros diseños, con reducciones de poleas o cadenas, usan generalmente cojinetes lubricados con grasa antifricción, y requieren lubricación con cualquier grasa grado No. 2 de uso múltiple de buena calidad. Los cojinetes en las poleas de secadoras de cadena o de poleas locas de secadoras movidas por correas, están lubricadas por lo general, desde la fábrica. Los motores de las secadoras pueden ser de tipo lubricado en la fábrica o requerir engrase o aceitadas periódicas. Las instrucciones del fabricante de motores deben ser seguidas cuidadosamente en estos casos.

Las cadenas de las secadoras.

Requieren lubricación con un aceite de motor para trabajos pesados, de buena calidad, de un grado de viscosidad de SAE 30 HD, o un aceite inhibidor de la oxidación con una viscosidad entre los 300 y los 500 SUS a 100°F.

Las lavadoras grandes y las lavadoras-extractoras.

Tienen varios puntos de lubricación. Los más importantes son las empaquetaduras y cojinetes del eje principal. Las empaquetaduras están diseñadas para impedir que el agua y la espuma se pongan en contacto con el cojinete principal. Los cojinetes principales también requieren una gran resistencia al agua que sea adecuada para cojinetes antifricción. Las aplicaciones de grasa de uso múltiple de grado No. 2 llenan ambos requisitos.

Los engranajes de tipo abierto.

Para el movimiento y la descarga requieren un lubricante adhesivo muy viscoso, que no salga y que no sea rápidamente eliminado por el agua o por la solución lavadora.

Los mecanismos reductores de velocidad.

Encerrados, se lubrican con uno de engranajes de uso múltiple de grado SAE 90. Los cojinetes lubricados con grasa en los puntos pivotaes y en otros lugares requieren la aplicación de una grasa de uso múltiple de grado No. 2. Además, varios agujeros de aceite y copillas requieren un aceite de motor para trabajos pesados, de viscosidad grado SAE 30 HD, con propiedades de prevención contra la oxidación, o un aceite inhibidor contra la oxidación con una viscosidad entre los 300 y 500 SUS a 100°F. Los cojinetes de motores eléctricos deben ser lubricados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Las planchadoras de rodillos a vapor.

Tienen muchos puntos de lubricación y muchos sistemas de lubricación instalados dentro de ellas mismas, que emplean aceite o grasa, y que alimentan los engranajes, los cojinetes de rodillos y las cadenas. El tipo de sistemas de aceite requiere por lo general, un lubricante de engranajes de uso múltiple, de buena calidad, de grado SAE 90. Una grasa de uso múltiple No. 2 es adecuada para los sistemas de grasa.

La lubricación de las prensas para el acabado es relativamente simple. Una grasa de uso múltiple de grado No. 2 es adecuada para los puntos pivotaes que son por lo general los cojinetes de aguja, mientras que un aceite de hidromático, con inhibidor de la oxidación, con una viscosidad de unos 300 SUS a 100°F, es satisfactorio para los cilindros hidráulicos y de aire, y los puntos de menor carga como los pivotes de los pedales.

Nota:

las recomendaciones de lubricación expresadas, tienen un carácter general, se utilizan como un complemento a las recomendaciones dictados por el fabricante y el manual de la máquina.

Hay que recordar que se produce más daño con excesiva lubricación que en su defecto.

6.2 GASES MÉDICOS.

Compresor de aire.

La operación de un sistema neumático depende del compresor de aire. Para obtener la máxima eficiencia y mayor vida del equipo, se debe seguir las instrucciones siguientes.

Inspección diaria.

Antes de iniciar la operación, chequear que el cárter tenga suficiente aceite sin detergentes y con inhibidores para humedad y oxidación. Utilizar un aceite SAE 20.

Abrir la válvula de drenaje colocada en la parte inferior del reservorio para drenar condensado.

Al final de cada día desconectar el flipón.

Inspección semanal.

- Desconectar el flipón que energiza el equipo. Limpiar completamente el compresor y su reservorio.
- Limpiar el filtro de entrada de aire.

A. Cada 6 meses (con el equipo desenergizado):

- Cambiar el aceite del compresor.
- Chequear por cualquier fuga de aire o aceite.
- Apretar todos los tornillos que puedan estar flojos.

B. Cada año:

- Remover, limpiar e inspeccionar todas las válvulas del compresor. Si es necesario, reemplazar el set completo de válvulas.
- Volver a poner los empaque de la válvula de succión.

Compresor para vacío.

" Antes de realizar el servicio desenergizar el equipo "

Si la unidad está en un área excesivamente empolvada disminuir la frecuencia de los tiempos de chequeos.

Inspección.

- Chequear para un nivel correcto del aceite.
- Drenar alguna condensación del recibidor y las trampas.
- Chequear por si hay algún ruido o vibración no usual.

Semanalmente.

- Limpiar el filtro de aire.
- Limpiar todas las partes externas del compresor y conductos.
- La válvula de seguridad debe ser probada manualmente para ver si no está atascada.

C. Cada 2 meses:

- Inspeccionar todo el sistema de aire por fugas.
- Inspeccionar el aceite que no esté contaminado y cambiarlo si es necesario.
- Chequear la tensión de la correa.
- Chequear el interruptor de bajo nivel de aceite.

D. Cada 6 meses:

- Cambiar aceite
- Limpiar e inspeccionar los acoples de las válvulas del compresor.

E. Cada año:

- Limpiar el compresor.
- Apretar tornillos de soporte.

Cilindros de oxígeno.

Inspección.

- Chequear que los cilindros tengan su peso y capacidad.
- Existencia de reserva.

F. Cada 6 meses:

- Chequear que los reguladores de presión se encuentren en buenas condiciones.
- Inspeccionar los manómetros y las válvulas de los cilindros.

6.3 AIRE ACONDICIONADO.

" La limpieza del aire es factor importante dentro de la sala de cirugía, para evitar contaminaciones bacteriales "

" Desconectar toda energía a la unidad antes del servicio. Puede ser que el contactor esté abierto solamente de un lado, un descuido al conectar la energía puede causar un choque eléctrico resultando personas heridas o muertas "

A. Cada 2 meses:

- Limpiar el condensador y el evaporador de los equipos.
- Limpiar los filtros y drenaje.

B. Cada 6 meses:

- Limpiar o reemplazar filtros y prefiltros.
- Chequear presiones en alta y baja de la tubería de gas.
- Chequear voltajes y corrientes en los equipos.
- Chequear ventiladores.

6.4 VENTILACIÓN MECÁNICA

Inspección.

Periódicamente remover la suciedad del ventilador y de la carcasa.

A. Cada 4 meses:

- Chequear que el ventilador esté fijo o bien apretado.
- Verificar que los alambre que conectan al ventilador o extractor estén aislados.
- Verificar que no existan vibraciones severas.

B. Cada 6 meses:

- Lubricar los cojinetes del motor.

7. PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO.

7.1 PLANIFICACIÓN.

El nivel profesional en mantenimiento es un elemento indispensable ya que está fundamentalmente a cargo de la planificación y el desarrollo de las actividades, basado en los recursos disponibles y en comparación directa con las necesidades de la institución.

Esto implica necesariamente el establecimiento de prioridades para cubrir dichas necesidades, pues resulta evidente, que por más recursos que pudieran asignarse, el mejoramiento del servicio tiene que ser progresivo.

Se ha planificado con base en las sucesivas fases lógicas limitadas a las necesidades que nacen del sistema existente y de la política de la institución.

IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Se ha recopilado toda la información posible sobre las instalaciones a proteger, formando un eficaz archivo de características y haciendo posible que aparezca la referencia de pedido, valor, ubicación, repuestos, etc.

Se han elaborado fichas de mantenimiento clasificadas según el área (vapor, refrigeración, aire acondicionado, etc.) y el tipo de mantenimiento a efectuar. Se ha levantado un inventario, con el objeto de contar con una ficha individual para cada equipo.

ELABORACIÓN DEL PROYECTO.

Se ha elaborado el proyecto de planificación tomando en cuenta los ciclos rutinarios de inspección recomendados por los fabricantes, y opiniones constructivas de los técnicos y jefe de mantenimiento.

IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO.

Este es el paso más importante, pues es desde aquí el punto de partida para ver los hechos sobre la elaboración de nuestro proyecto, el cual ya se está dando a notar en forma positiva en lo poco que se ha realizado.

EVALUACIÓN DEL PROYECTO.

La evaluación del proyecto se nota positivamente al realizar pequeños estudios de beneficio-coste-inversión.

7.2 PROGRAMACIÓN.

El programa de mantenimiento se ha planteado en forma planificada y organizada, sustituyendo prácticas rutinarias e inconexas con carácter correctivo, preventivo y predictivo.

Sin la ayuda de un programa, le sería difícil al jefe de mantenimiento establecer un sistema de control para las instalaciones y el personal a su cargo.

El programa o la programación implica en decidir en que día, semana, mes y año se deben realizar las actividades de mantenimiento. Al mismo tiempo muestra el camino para evitar que en un determinado día y semana se tenga exceso de trabajo de mantenimiento, o por el contrario, que no se tenga trabajo en algunos días, semanas o meses.

La programación entonces, coordina las actividades de mantenimiento con un calendario.

La programación de el mantenimiento, además ayuda a establecer prioridad en la atención de equipos, a distribuir las cargas de trabajo del personal de mantenimiento, a controlar oportunamente las existencias en almacén de los materiales, lubricantes y refacciones necesarias para cada trabajo, a determinar las características de conocimientos y destrezas necesarias en el personal y a prever las herramientas y equipos indispensables para la realización del mantenimiento.

A través de la creación de un programa de mantenimiento, se hace un examen crítico para poner en evidencia los elementos que requieren mayor protección (predicción).

Por otra parte, sólo a partir de un programa establecido, se pueden obtener conclusiones para determinar si las frecuencias de inspección y las actividades de mantenimiento realizadas son las adecuadas técnica y económicamente y por tanto tener bases para la evaluación de la operación de un sistema de mantenimiento.

Es necesario establecer el programa final de mantenimiento a base de costos mínimos a largo plazo, para lo cual las visitas de los inspectores o supervisores deben tener la frecuencia estrictamente necesaria y la máxima eficacia.

En resumen, por medio de la programación se logra una administración óptima y dinámica del mantenimiento.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
EN GENERAL														
HOSPITAL DE SAN BENITO, PETÉN														
1997														
DESCRIPCIÓN														
VAPOR														
caldera	A													
	B													
	C													
	D													
	E													
	F													
	G													
	H													
	I													
red de distribución	A													
	B													
esterilizadora	A													
	B													
marmita	A													
lavadora-extractora	A													
	B													
secadora	C													
	D													
prensa	E													
	F													
plancha de rodillo	G													
GAS MÉDICO														
compresor de aire	A													
	B													
compresor de vacío	C													
	D													
	E													
oxígeno	F													
REFRIGERACIÓN														
Y AIRE	A													
ACONDICIONADO	B													
VENTILACIÓN	A													
MECÁNICA	B													

7.3 ORGANIZACION.

Definición, objetivos y funciones.

La organización del mantenimiento es tarea primordial del departamento de mantenimiento, el cual vela por el buen funcionamiento, conservación y obsequio del servicio al hospital en forma segura, eficiente y económica.

Se organiza el actual departamento de mantenimiento con la implantación del programa de mantenimiento delegando funciones establecidas :

- Con la primordial necesaria para la ejecución de los diversos trabajos según determinación del jefe del departamento de mantenimiento.
- Para prever estudios de proyectos de instalaciones, modificaciones, ampliaciones, etc., en coordinación y con la aprobación si el caso lo amerita del departamento técnico central.
- Para asesorar a la dirección del hospital, en la contratación de personal técnico que va a ejercer funciones de mantenimiento.

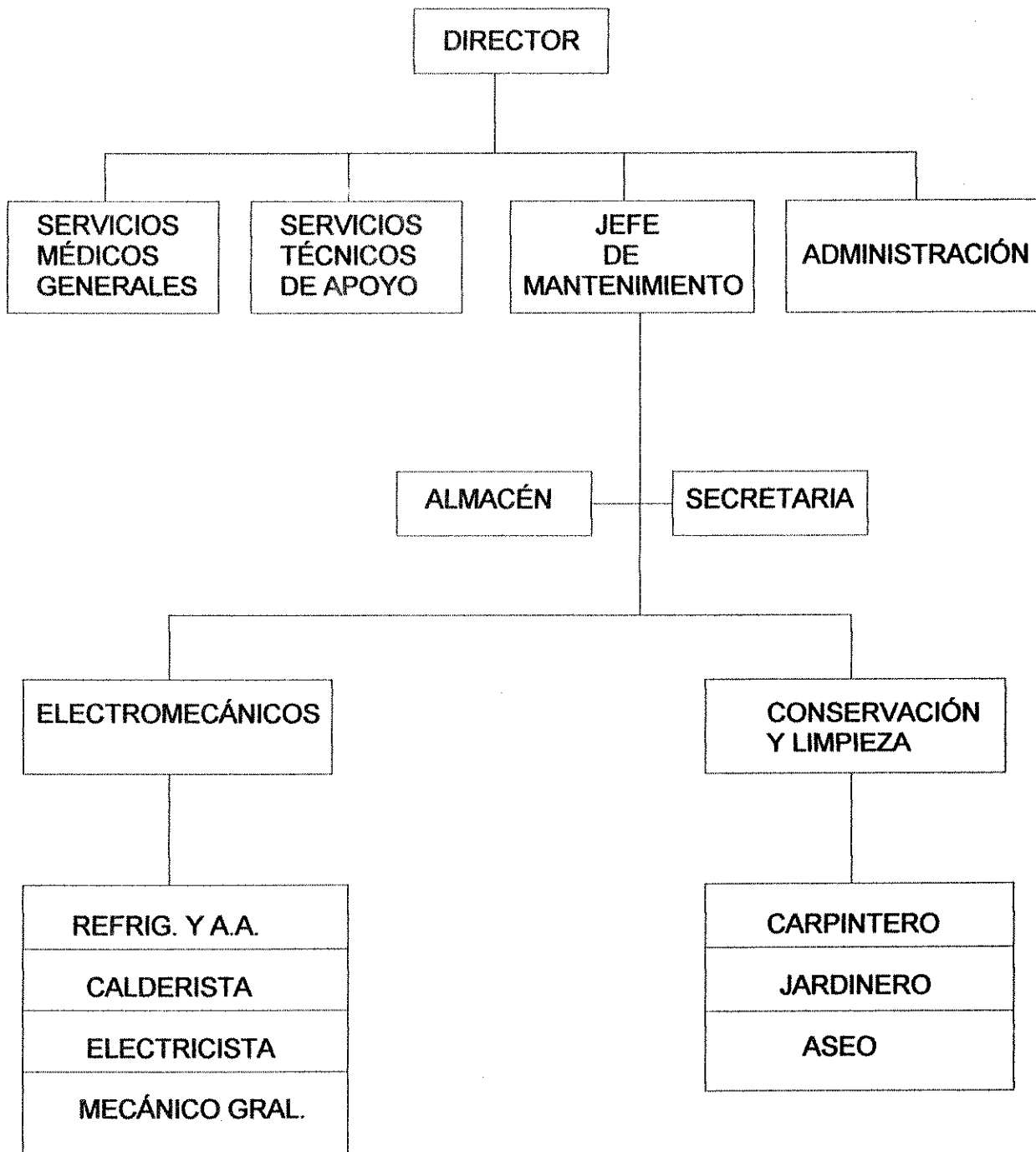
Estructura.

Un departamento de mantenimiento bien organizado debe tener presente los siguientes elementos:

- El departamento de mantenimiento debe depender directamente del director del hospital.
- El departamento debe realizar exclusivamente actividades de mantenimiento, y no verse envuelto en manejo de personal o en actividades que no le competen.
- Cada sección debe tener a su cargo un encargado el cual es el responsable de la ejecución de los trabajos y control del tiempo invertido.

Queda entonces en manos del jefe de mantenimiento, la decisión referente a la estructura y organización del mismo, sujeto desde luego a la aprobación final por el director del hospital.

7.3.1 ORGANIGRAMA PROPUESTO PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.



7.4 SEGURIDAD E HIGIENE.

Al tratar el tema de seguridad e higiene, es indispensable que el personal de mantenimiento y técnico (rayos X, esterilización, laboratorios, etc.), tengan conocimientos básicos sobre prevención de accidentes, medidas de seguridad e higiene en el puesto de trabajo. Cada trabajador especializado en su rama debe conocer su equipo de protección, herramienta y materiales necesarios para evitar cualquier tipo de percance que afecte a la integridad humana. Las actividades desarrolladas dentro de un hospital son similares a las realizadas en otras estructuras productivas. La gran diferencia que caracteriza a los hospitales es la ocupación, de una parte del edificio, por personas que, disminuidas física o mentalmente, guardan cama o no pueden valerse por sí mismas. La seguridad contra incendio es un factor importante en los hospitales y debe condicionar el propio diseño del mismo, así como la implantación de sus áreas características.

Requisitos del código de seguridad humana de la NFPA

El código de seguridad vital de la NFPA, establece criterios de seguridad contra incendios para instalaciones hospitalarias y sanitarias, basados en los siguientes principios generales:

1. Construcción resistente al fuego.
2. Subdivisión de los espacios (compartimentación).
3. Protección de las aberturas verticales.
4. Provisión de vías de salidas adecuadas.
5. Provisión de señalización e iluminación en las vías de salida y de fuentes de energía de emergencia.
6. Limitación en el empleo de materiales para acabados interiores.
7. Instalaciones para dar la alarma de incendios.
8. Mecanismos para el control del humo.
9. Protección de las zonas más peligrosas.
10. Protección adecuada de las instalaciones para servicios del edificio.

La protección total contra incendios es más necesaria en los edificios hospitalarios que en cualquier otra construcción debido a las características de sus ocupantes.

Clasificación de los edificios hospitalarios.

En la tabla I, siguiente se clasifican los edificios hospitalarios en función del número de plantas (sobre rasante), y/o altura de evacuación, se entiende por tal altura desde el nivel de terreno, en las plantas de salida, hasta el forjado de la última planta; y movilidad de los pacientes, teniendo en cuenta el más desfavorable de todos los pacientes.

TABLA I
CLASIFICACIÓN DE LOS EDIFICIOS HOSPITALARIOS EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE PLANTAS

Movilidad Altura	Medios Propios	Medios Propios con Dificultad	Con Ayuda	No Movibles
1 Planta	Grupo 0			
2 - 3 P h < 8 m				
4 - 6 P h < 15 m		Grupo I		
6 - 10 P h < 28 m		Grupo II		
> 10 P h => 28 m				Grupo III

Clasificación de recintos específicos

A continuación se establece una clasificación de diferentes recintos, según su mayor o menor riesgo potencial, en función de la cual se establece posteriormente las medidas de protección recomendada.

CLASE A

- Almacenes de basura
- Almacenes de líquidos inflamables
- Almacenes de ropa sucia
- Otros recintos en los que se almacenan materiales combustibles en cantidades apreciables
- Talleres de pintura
- Todos los recintos de clase B, situados en plantas bajo rasante

CLASE B

- Almacenes de planta (superficie \geq 15 metros cuadrados)
- Almacenes generales y de farmacia
- Archivos de historias clínicas (estanterías abiertas)
- Central de gases
- Centros de transformación
- Cocinas
- Laboratorios
- Lavanderías
- Local de cuadros eléctricos principales
- Local del grupo electrógeno
- Local del incinerador
- Salas de calderas
- Salas de máquinas
- Talleres
- Vestuarios
- Todos los recintos de clase C, situados en plantas bajo rasante

CLASE C

- Almacén de alimentos
- Almacenes de planta (superficie $<$ 15 metros cuadrados)
- Archivos de historias clínicas (armarios compactos apilables)
- Biblioteca
- Cafetería
- Esterilización
- Recintos de equipos electromédicos (rayos X, escáner, resonancia magnética, etc.)
- Salas de máquinas (aire acondicionado, ascensores, etc.)
- Sala de ordenadores
- Salón de actos
- Tiendas

Medios de protección.

Según los recintos clasificados de acuerdo con su nivel de riesgo y el tipo de edificio, se puede determinar la protección adecuada para cada caso, tal y como se indica en la tabla II.

TABLA II
CLASIFICACIÓN DE LOS RECINTOS HOSPITALARIOS DE ACUERDO CON SU
NIVEL DE RIESGO Y EL TIPO DE EDIFICIO

Clase de recinto	Edificio Grupo			
	0	I	II	III
A	Rociadores o Sector de Incendio RF 60	Rociadores o Detec.Automát. + Sector de Incendio RF 120	Rociadores + Sector de Incendio RF 120	Rociadores + Sector de Incendio RF 180
B	Detección Automática o Sector de Incendio RF 60	Rociadores o Detec.Automát. + Sector de Incendio RF 60	Rociadores o Detec.Automát. + Sector de Incendio RF 60	Rociadores + Sector de Incendio RF 60
C	---	Detección Automática o Sector de Incendio RF 60	Rociadores o Detec.Automát. + Sector de Incendio RF 60	Rociadores + Sector de Incendio RF 60

Elementos de construcción

- La estructura portante de los edificios de hospitales debe tener una resistencia al fuego capaz de soportar la combustión total de su contenido combustible. Por ello, para edificios clasificados en el grupo III esta resistencia es, como mínimo, RF 180 y, al menos, RF 120 para los edificios de los grupos I y II y RF para los del grupo 0.

* Las áreas de quirófanos, UVI's y demás recintos de hospitalización de pacientes difícilmente evacuables, con una RF 60, para edificios del grupo 0; RF 120, para edificios del grupo I y II y RF 180 para edificios del grupo III, como mínimo.

Como solución óptima, es deseable que estas áreas quedaran configuradas en edificio anexo, pero independiente del resto del hospital, a efectos de incendio (figura No.7).

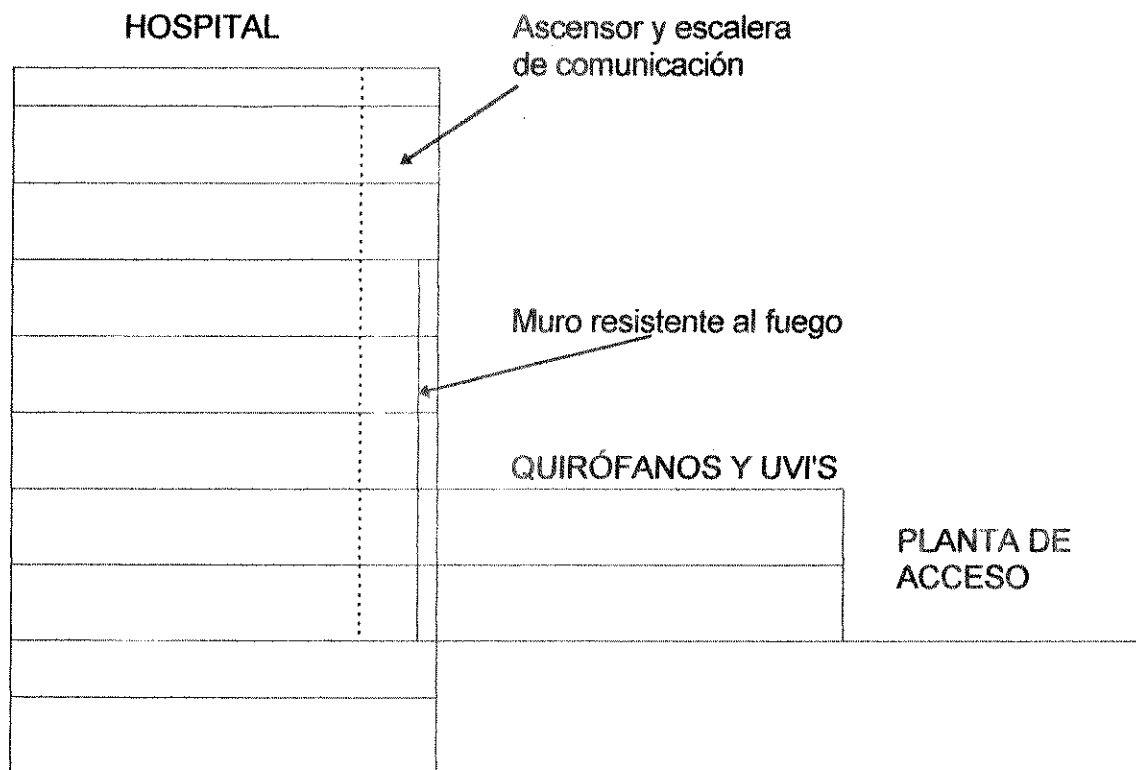


FIGURA No.7
EDIFICIO ANEXO, INDEPENDIENTE DEL HOSPITAL, A EFECTOS DE INCENDIO

Evacuación

En un centro hospitalario los medios de evacuación deben condicionar el diseño del mismo, ya que sus ocupantes, dadas sus condiciones físicas y/o mentales, no estarán en condiciones, en muchas ocasiones, de evacuar por sí mismos e, incluso, algunos no podrán ser trasladados, ya que dependerán de equipos de los que no pueden verse desligados.

Para la evacuación en horizontal en un centro hospitalario se tiene en cuenta las siguientes limitaciones:

- Cada sector de incendios de planta debe contar con dos salidas alternativas. Al menos una de ellas debe permitir el paso, en horizontal, a un sector contiguo.
- Cuando la evacuación sea posible únicamente en una sola dirección (fondos de saco), se limitará dicho recorrido a 15 metros.
- En los recorridos de evacuación se evitará, en todo momento, pendientes superiores al 8%
- Todos los medios de evacuación deben tener, como mínimo una altura libre de 2 metros.

- Cuando hay que realizar giros, el ancho variará para permitirlos con holgura. Esta dimensión varía según el giro pero, como mínimo, debe ser de 2.4 metros (fig.No. 8).

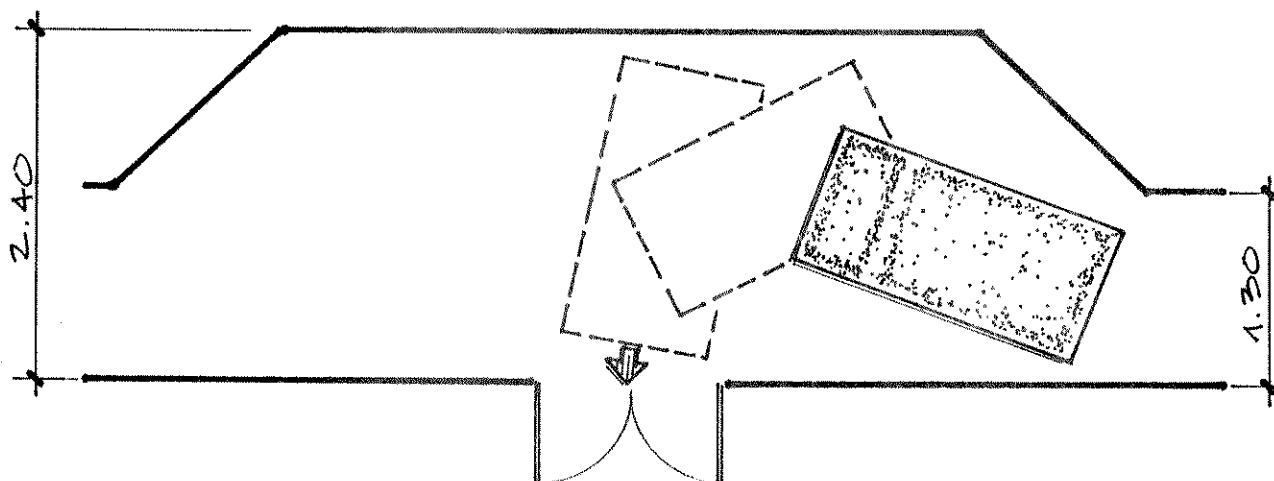


FIGURA No. 8
DIMENSIONES MÍNIMAS PARA EVACUACIÓN DE PACIENTES EN CAMILLA

Para la evacuación vertical se debe tener en cuenta las siguientes especificaciones:

- Todo hospital debe tener como mínimo, dos escaleras ubicadas en sectores independientes que permitan, en caso de ser necesario, la evacuación vertical de los enfermos que se encuentren en la zona afectada. En el caso de centros clasificados grupos 0 y I, las escaleras estarán ubicadas en diferentes subsectores de incendio.
- Estas escaleras de evacuación deben estar diseñadas para la circulación de pacientes en camilla; por ello, tendrán las dimensiones necesarias para permitir su giro y desplazamiento (fig. No.9).
- Se debe presta la consideración necesaria a la posibilidad de acceso de vehículos de bomberos, ambulancias, UVI's móviles, etc, así como a la evacuación de enfermos de UVI's, etc.

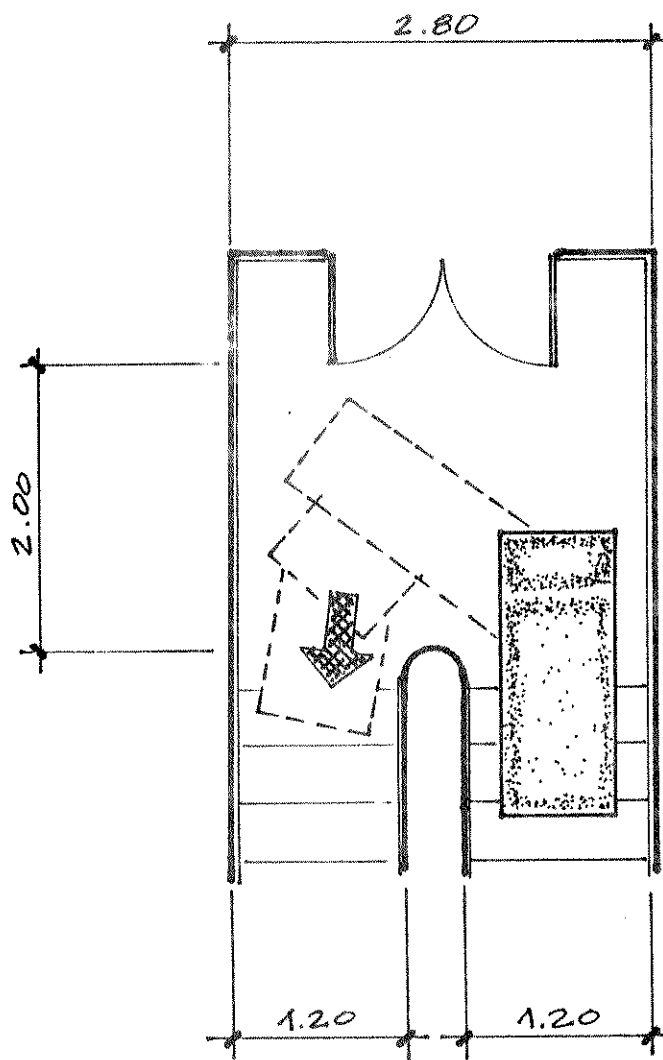


FIGURA No.9
ESCALERAS DE EVACUACIÓN PARA LA CIRCULACIÓN DE PACIENTES EN
CAMILLA

SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

1. Extintores portátiles

Todos los centros hospitalarios deben disponer de una instalación de extintores portátiles que cubra toda su superficie.

2. Bocas de incendio equipadas (BIE's)

Se debe disponer BIE's en todos los centros hospitalarios.

El tipo de BIE a utilizar es de 25 mm de diámetro, manguera semirrígida, con una longitud máxima de 20 m. y lanza de triple efecto (cierre, chorro, niebla). Sólo es conveniente el uso de BIE's de 45 mm de diámetro, en aquellas áreas en las que exista una elevada carga de fuego (por ejemplo, almacenes generales), y siempre que el centro disponga de equipo de segunda intervención (E.S.I.).

Las BIE's se disponen, principalmente, en los pasillos y áreas comunes, de forma que cualquier dependencia o recinto quede cubierto por, al menos, una de ellas.

3. Columnas hidrantes exteriores

Es necesario la instalación de CHE's en los centros hospitalarios de los grupos indicados en la tabla II.

4. Columna seca

En todos los edificios de uso hospitalario de más de cuatro plantas de altura sobre rasante, se debe instalar una columna seca en cada uno de los vestíbulos de independencia de las escaleras existentes o, en su defecto, en la caja de la escalera.

5. Rociadores automáticos

Se considera necesaria la protección con rociadores automáticos de todos los edificios hospitalarios de los grupos II y III.

6. Abastecimiento de agua

Las condiciones de instalación del abastecimiento de agua se ajusta de acuerdo a los criterios de las instrucciones técnicas, 07.03 abastecimientos de agua: generalidades y 07.08 abastecimientos de agua: red general de incendios. ITSEMAP.

7. Pulsadores manuales de alarma

Con independencia de que existan o no sistemas de detección automáticos, se considera necesario una instalación de pulsadores manuales de alarma en los edificios hospitalarios.

En los edificios del grupo 0 se puede omitir esta instalación, siempre que exista algún medio fiable de transmisión de la alarma.

8. Detección automática de incendios

Se considera necesaria la instalación de un sistema de detección automática en todos los edificios hospitalarios de los grupos I y II.

El tipo de detector a utilizar para la cobertura de áreas generales es el "iónico de humos".

9. Sistemas especiales de extinción

A continuación se indican las más usuales:

- Cocinas (freidoras y campanas): polvo químico o CO₂.
- Transformadores y salas de cuadros eléctricos principales: halón 1301 o CO₂.
- Sala ordenadores: halón 1301.
- Locales de aparatos electromédicos (escáner, resonancia magnética, etc.): halón 1301 o CO₂.

Estos sistemas no sustituye a la instalación de rociadores automáticos cuando sean requeridos según la Tabla II.

El hospital de San Benito, Petén; cuenta con su red contra incendio, alarma y extintores localizados en los diferentes sectores donde son necesarios.

Al contar con un sistema contra incendio es importante o necesario tener un plan de evacuación y seguridad contra incendio, incluyendo un plan para situaciones catastróficas. Todo el personal que preste servicios en las instalaciones debe conocer este plan.

Además, se debe instruir al personal sobre el empleo de los extintores de incendio y de las líneas de mangueras, además de formadas en el modo de hacer sonar la alarma, el traslado o evacuación de los pacientes y el ataque inicial al fuego.

El plan de evacuación y de seguridad contra incendios debe constar de los siguientes puntos fundamentales:

1. Adiestramiento en el empleo del equipo de alarma.
2. Transmisión de la alarma al departamento de incendios.
3. Detalles acerca del aislamiento del fuego.

4. Prácticas de evacuación en todas las zonas.
5. Preparación de los espacios del edificio para la evacuación.
6. Prácticas de extinción del fuego.

Debe hacerse hincapié durante estos ejercicios en la necesidad de la inmediata notificación al departamento de bomberos en el momento en que se descubra el fuego.

HIGIENE

Es en las instalaciones hospitalarias el lugar más propicio donde se debe velar por conservar la higiene y la salud.

El encargado de la conservación y limpieza del edificio, conjuntamente con el jefe de mantenimiento y el administrador son los pioneros para la buena y eficiente conservación, limpieza e higiene del hospital de San Benito, Petén.

Es importante recalcar que un plan de seguridad hospitalaria implica un plan de higiene, por lo que al realizar el plan de higiene, se debe de tomar en cuenta las siguientes observaciones:

1. Conservar, limpieza y ornato del edificio, áreas verdes y vías de circulación.
2. Mantener bien ventilados los sectores de mayor temperatura como lavandería, esterilización, cocina y casa de máquinas.
3. Mantener buena iluminación en todo el edificio.
4. Mantener el nivel de ruido recomendado entre máquina y operario, evitando también la propagación de este.
5. Mantener la buena forma y el color agradable del edificio, evitando crear ambientes tristes y enfermizos.
6. Inspeccionar periódicamente la recolección, traslado y quema de los desechos.
7. Inspeccionar periódicamente el agua de abastecimiento dentro del tanque de distribución, según el tipo de material con que se construyó.

Con esto se concluye el presente trabajo de tesis que lleva la finalidad de aportar los conocimientos en forma técnica y científica para beneficio humanitario y de la comunidad.

CONCLUSIONES

1. En lo que enmarca al mantenimiento correctivo, hay que tener presente lo mas prioritario y su costo, se ha detectado en éste caso el mantenimiento de las dos calderas como necesidad número uno, y así evitar paros en la producción de los servicios del hospital .
2. Dentro del contexto de reparaciones, se ha verificado el beneficio-costos, tomando énfasis en la fabricación de un nuevo depósito de condensados, ya que la inexistencia de éste, implica doble consumo en combustible y gasto económico.
3. Se debe de llevar a cabo el rediseño de un sistema de aire acondicionado para la sala de operaciones o quirófanos, con la finalidad de prestar un mejor servicio a la institución. Un buen diseño del sistema de aire acondicionado en la sala de operaciones, proporciona confianza y seguridad, sin peligro de contaminación bacterial al paciente.
4. Hay que trabajar sobre el tratamiento de agua para la caldera, pues en esta región el agua es muy dura (contiene demasiada cal) y esto afecta a la caldera produciendole incrustaciones.
5. Se deben desarrollar los programas de mantenimiento correctivo y preventivo detalladamente por cada instalación para que así el técnico encargado las desarrolle eficiente.
6. Presisa de manera sistematizada organizar el personal de mantenimiento delegando funciones establecidas para poder ejecutar en cualquier momento los trabajos requeridos de mantenimiento.
7. Es importante establecer en forma general que el estado de las instalaciones necesitan mantenimiento pronto y efectivo de manera profesional para así seguir brindando los servicios para el cual fué elaborado.

RECOMENDACIONES

1. Hay que realizar el estudio correspondiente para comparar la factibilidad de reparar la central de oxígeno o dejar las unidades portátiles y manuales de oxígeno existentes
2. Considerar los planteamientos expuestos en este estudio, relacionados al tratamiento de agua, para mejorar el mismo y evitar paros innecesarios de las calderas
3. Es necesario capacitar periódicamente al personal de mantenimiento, para ejecutar en forma técnica y eficiente el programa de mantenimiento
4. Es recomendable la formación de cuadrillas de evacuación y protección contra incendio, implementándolos con el equipo especial como mascarillas, guantes, botas, etc.
5. Se recomienda llevar paso a paso el programa de mantenimiento elaborado en este trabajo, con la finalidad de darle un continuo seguimiento técnico para la operación eficiente de los equipos y de las instalaciones del hospital

BIBLIOGRAFÍA

1. **Curso corto sobre Proyectos de Instalación de Equipo de Hospitales, Operación y Mantenimiento.** Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria. OPS. APSA. 1968.
2. Diversey Wyandotte Corporation. **Manual de Tratamiento de Aguas.** Región Centroamérica. Guatemala: Div. , s. a.
3. **ITSEMAP. Instrucción Técnica.** Centros hospitalarios: instalaciones, medios de protección. Julio, 1988.
4. **Manual de Mantenimiento Industrial. Tomo II.** México: Editorial Mc Graw-Hill. 1989.
5. **Manual de Protección contra Incendios. 2a Edición.** Madrid: Editorial MAPFRE. Mayo, 1983.
6. Morales Castañeda, Héctor Alfredo. **Mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo de las Instalaciones Maquinaria y Equipo Electromecánico en Unidades Médico - Hospitalarias.** Tesis. Guatemala. USAC. 1991
7. Rodas, Omar. **Notas de clase del curso de Mantenimiento de Hospitales 1.** Ed. del autor.
8. **Seminario Taller sobre Procedimientos y Control de Actividades de Mantenimiento Correctivo.**
9. Soza, José María. **Pequeña Monografía de Petén.** Guatemala, Centroamérica. Editorial del Ministerio de Educación Pública, 1957.
10. **SUMMA. Arquitectura para la Salud. Revista de arquitectura, tecnología y diseño.** Número 107, diciembre 1976. p.p. 17-19.
11. Velázquez Arreaza, Enrique Alfonso. **Diseño de Instalaciones Mecánica para una Unidad Médico - Hospitalaria** Tesis. Guatemala. USAC. 1991.