



Ministerio de Energía y Minas

MANUAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA JEFES DE MANTENIMIENTO DE HOSPITALES



Lima, 2004

OGP

Área de Planeamiento
Energético



MANUAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA JEFES DE MANTENIMIENTO DE HOSPITALES

CONTENIDO

NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA	4
INTRODUCCIÓN	5
1. UNIDADES CONSUMIDORAS DE ENERGÍA.....	9
1.1. ENERGÍA ELÉCTRICA	9
1.2. COMBUSTIBLES	9
2. COMITÉ DE AHORRO DE ENERGÍA EN HOSPITALES	10
2.1. ORGANIZACIÓN.....	10
2.2. INICIO DE UN PROGRAMA EN EL COMITÉ DE AHORRO DE ENERGÍA	11
2.3. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.....	12
2.4. PRIORIDAD EN LAS POSIBLES MEDIDAS	12
2.5. PUESTA EN PRÁCTICA DE LAS MEDIDAS	13
2.6. MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO.....	13
3. RECOMENDACIONES GENERALES	14
3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE OPERACIÓN EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD ...	14
3.1.1. Instalaciones eléctricas de asistencia médica	14
3.1.1.1. Sistemas de cableado eléctrico.....	14
3.1.1.2. Clínicas, consultorios médicos y dentales.....	15
3.1.1.3. Sanatorios e Instalaciones residenciales de asistencia.....	16
3.1.1.4. Hospitales.....	19
3.1.1.5. Áreas de cuidado de pacientes.....	22
3.1.2. Consumos de energía eléctrica en un hospital	27
3.1.2.1. Diagrama de carga eléctrico	27
3.1.2.2. Distribución de los consumos de energía eléctrica	27
3.1.2.3. Distribución de los costos de energía eléctrica.....	29
3.1.2.4. Distribución de consumos de energía eléctrica por equipos.....	29
3.1.3. Instalaciones de vapor en asistencia médica.....	30
3.1.4. Instalaciones de aire acondicionado en asistencia médica.....	30
3.2. SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	31
3.2.1. Transformadores.....	31
3.2.2. Sistema de distribución de energía eléctrica.....	32
3.2.2.1. Criterios de selección.....	32
3.2.2.2. Selección de la sección del conductor	34
3.3. GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR.....	35
3.3.1. Regular el exceso de aire	35
3.3.2. Reemplazar quemadores on-off por quemadores modulantes	38
3.3.3. Reducir la presión del vapor.....	38
3.3.4. Reducción de la formación de depósitos	39
3.3.5. Recuperar condensados.....	41
3.3.6. Uso del condensador de vapor por contacto	42
3.3.7. Usar vapor flash.....	42
3.3.8. Reducción de fugas de vapor.....	43
3.3.9. Mantenimiento de trampas de vapor	44
3.3.10. Mejorar el aislamiento.....	45
3.4. REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.....	49
3.4.1. Aire acondicionado	49
3.4.1.1. Características de un sistema de aire acondicionado.....	49
3.4.1.2. Componentes del equipo de acondicionamiento.....	49
3.4.1.3. Esquema del circuito frigorífico	50



3.4.1.4.	Tipos de Equipos.....	51
3.4.2.	El Chiller o sistema de agua helada.....	53
3.4.3.	Uso eficiente de energía en sistemas de aire acondicionado.....	54
3.4.3.1.	Acciones de nula o mínima inversión.....	54
3.4.3.2.	Inversión programada.....	55
3.5.	EQUIPOS DE BOMBEO DE AGUA.....	57
3.5.1.	Bombas centrifugas.....	57
3.5.2.	Recomendaciones en bombas centrifugas.....	58
3.5.2.1.	Bomba.....	58
3.5.2.2.	Motor.....	58
3.5.2.3.	Tuberías y accesorios.....	58
3.5.3.	Sistemas hidroneumáticos.....	59
3.5.3.1.	Función del sistema hidroneumático.....	59
3.5.3.2.	Componentes del sistema hidroneumático.....	60
3.5.3.3.	Ciclos de bombeo.....	60
3.5.4.	Ventajas de un sistema hidroneumático.....	61
3.6.	ILUMINACIÓN.....	62
3.6.1.	Potenciales de ahorro.....	62
3.6.1.1.	Niveles de iluminación.....	62
3.6.1.2.	Lámparas más eficientes.....	62
3.6.1.3.	Independización de circuitos.....	62
3.6.1.4.	Luz diurna / Redistribuir luminarias.....	62
3.6.1.5.	Eliminación de focos incandescentes.....	63
3.6.1.6.	Balastos ociosos.....	63
3.6.1.7.	Balastos de alta eficiencia.....	63
3.6.1.8.	Difusores en mal estado.....	63
3.6.1.9.	Luminarias obsoletas.....	64
3.6.1.10.	Altura de montaje excesiva.....	64
3.6.1.11.	Alumbrado de seguridad.....	64
3.6.1.12.	Apagar la luz artificial cuando no se requiera.....	65
3.6.2.	Sistemas de control y regulación de iluminación.....	65
3.6.3.	Iluminación exterior.....	65
3.7.	MOTORES ELÉCTRICOS.....	66
3.7.1.	Motor de alta eficiencia.....	66
3.7.2.	Motores de frecuencia variable.....	67
3.7.3.	La energía reactiva.....	68
3.7.3.1.	Corrección del factor de potencia.....	68
3.7.3.2.	Factor de potencia de diferentes receptores.....	69
3.7.3.3.	Cálculos del factor de potencia de una instalación.....	70
3.7.3.4.	Problemas originados por un factor de potencia incorrecto.....	70
3.7.3.5.	Corrección del factor de potencia (cos f).....	71
3.7.3.6.	Ventajas de la compensación de la energía reactiva.....	73
3.7.4.	Ascensores.....	74
3.7.4.1.	Tipos:.....	74
3.7.4.2.	Uso de ascensores en hospitales:.....	74
3.7.4.3.	Mejoras en ascensores.....	74
3.8.	SISTEMA DE GENERACIÓN DE OXIGENO.....	75
3.8.1.	Descripción general.....	75
3.8.2.	Medidas de ahorro.....	76
CONCLUSIONES.....		77
CUESTIONARIO.....		78
GLOSARIO.....		81
BIBLIOGRAFÍA.....		85
PÁGINAS WEB.....		86



NOMENCLATURA Y SIMBOLOGÍA

NOMENCLATURA

Ah	Ahorro de costos por pérdida de energía.
B	Beneficio de costos.
B _{máx}	Beneficio máximo de costos.
dC	Incremento del costo por aumento de la sección del conductor.
D2	Petróleo diesel No. 2.
FP	Factor de potencia, relación entre la potencia activa y la potencia aparente.
G	Generador de energía.
P	Potencia activa o máxima demanda.
PI 6	Petróleo industrial No. 6.
Q	Potencia reactiva.
R500	Petróleo residual 500.
SI	Sistema Internacional de medidas.
S	Potencia aparente.
s	Área del conductor eléctrico.
S _{min}	Área mínima del conductor eléctrico.
S _{opt}	Área óptima del conductor eléctrico.
T	Temperatura.
t	Tiempo.

SIMBOLOGÍA

A	Amperios, unidad de medida de la corriente en el SI.
Cos ?	Coseno del ángulo formado entre la potencia aparente y potencia activa.
dB	Decibeles, unidad de medida de ruido.
IB	Índice de Bacharach, unidad de medida de opacidad de los humos.
gal	Galones, unidad de medida de volumen en el sistema inglés.
J	Joule, unidad de medida de la energía en el SI.
kg/h	Kilogramo por hora, unidad de medida del vapor de agua.
kcal	Kilocaloría, unidad de medida de la energía en el sistema inglés.
m	kilómetro, unidad de medida de longitud en el SI.
mm ²	milímetros cuadrados.
Ohm	Ohmios, unidad de medida de la resistencia en el SI.
ppm	partes por millón, unidad de medida para los gases de chimenea.
S/.	Nuevos soles, unidad monetaria del Perú.
US \$	Dólares americanos, unidad monetaria de Estados Unidos.
W	Vatio, unidad de medida de la potencia activa en el SI.
VAR	Voltio-amperio reactivo, unidad de medida de la potencia reactiva.
°C	Grados Celsius, unidad de medida de la temperatura.
Ω	Ohmios, unidad de medida de la resistencia en el SI.
%	Porcentaje.



INTRODUCCIÓN

El Programa de Ahorro de Energía del Ministerio de Energía y Minas (PAE-MEM), en su misión de cumplir con sus objetivos, entre ellos, la de capacitar y divulgar la Eficiencia Energética en el país, ha encargado al Centro de Conservación de Energía y del Ambiente – CENERGIA, el desarrollo de un manual de eficiencia energética para jefes de mantenimiento de hospitales.

En el manual se describen las principales unidades consumidoras de energía, la metodología para efectuar un diagnóstico energético y como administrar adecuadamente la energía, así mismo se describe las recomendaciones generales que todo hospital debe tener en consideración para optimizar sus consumos de energía.



El manual ha sido preparado para capacitar y mantener actualizado a los profesionales y técnicos que trabajan en las áreas de administración, operación y mantenimiento de los hospitales del país; principalmente a aquellos que se encuentran involucrados con los consumos y costos de los energéticos, así como con la operación adecuada y confiable de los equipos térmicos, eléctricos y electromédicos, a quienes se proporciona información para la implementación de un sistema de administración de la energía, en donde se obtendrán ahorros importantes de energía y económicos a la vez.



USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

El presente manual de eficiencia energética para jefes de mantenimiento de hospitales, es de suma importancia, principalmente por lo siguiente:

- ✓ **Reduce los costos de energía.** Los hospitales consumen una importante cantidad de energía, y reduciendo los consumos se podrá disponer de mejor modo los excedentes.
- ✓ **Ayudar a mejorar la calidad de atención.** Por ejemplo, mejorando la administración en la generación y consumo de vapor, se puede tener el vapor a la temperatura y presión apropiada para las diversas necesidades. La administración de energía también significa que se puede asegurar un suministro fiable a muchas áreas críticas como la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).



- ✓ **Ayudar a mejorar la confiabilidad del suministro global.** Desarrollar un programa de Uso Eficiente de la Energía ayudará a preparar una estrategia para racionalizar la demanda y optimizar la distribución.
- ✓ **Tiene beneficios adicionales como el costo de mantenimiento reducido y mejoramiento de la seguridad del trabajador.** Muchas tecnologías de Uso Eficiente de la Energía son más fiables. Por ejemplo, la lámpara fluorescente requiere menos mantenimiento y menos reemplazos que las lámparas incandescente. Igualmente, reparando fugas de vapor y el aislamiento de las líneas de vapor, pueden hacer que el sistema de vapor sea más seguro para los operadores que trabajan alrededor de él.
- ✓ **Reduce la polución.** Además de preservar el medio ambiente, evitando la polución, ayuda a mejorar la calidad de vida de las futuras generaciones.
- ✓ **Conservación de los recursos naturales.** Permite conservar los recursos energéticos para las futuras generaciones.



LOS HOSPITALES EN EL PERÚ

En el Perú, los hospitales se encuentran contemplados bajo la cartera del Ministerio de Salud, el cual diseña y organiza procesos organizacionales de dirección, operación y apoyo.

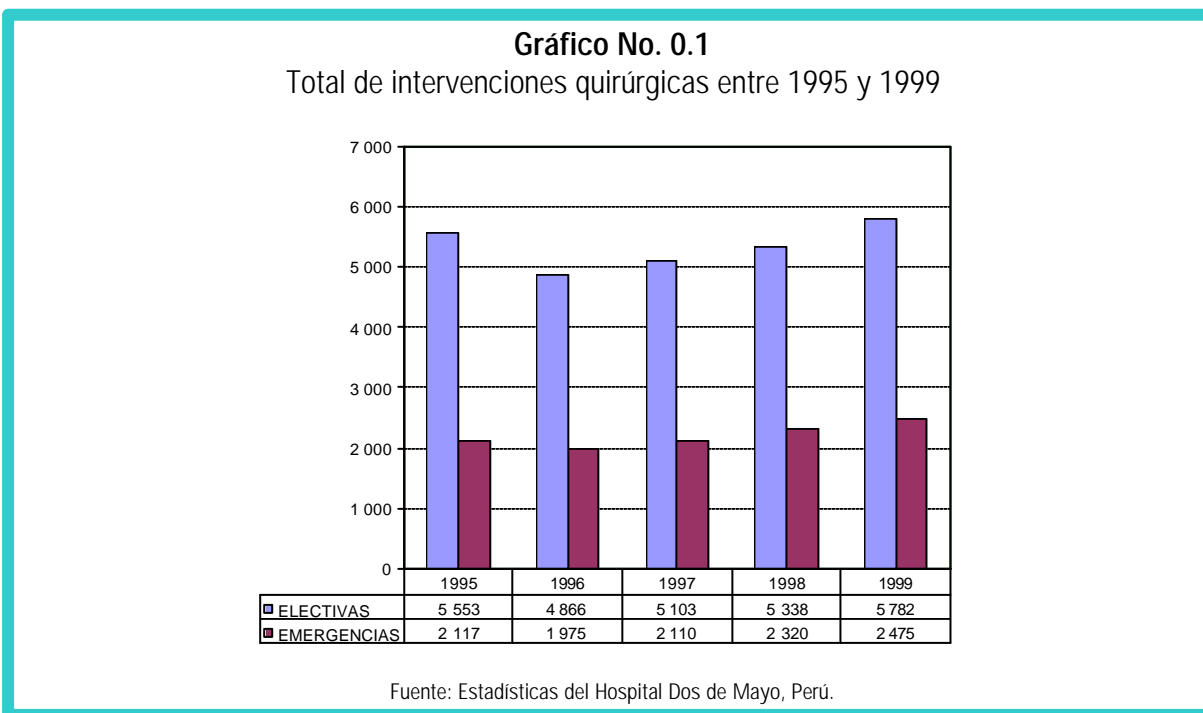
Los objetivos del *Ministerio de Salud* en la actualidad se pueden resumir en lo siguiente:

- ✓ Promoción de la salud y vigilancia de funciones esenciales de salud pública.
- ✓ Prevención de las enfermedades crónicas y degenerativas.
- ✓ Educación para mejorar el acceso a alimentos de calidad.
- ✓ Desarrollo del seguro integral de salud y mejoramiento del seguro social.
- ✓ Implementación de políticas comunes en la región andina.
- ✓ Mejorar integralmente el entorno ambiental, previniendo y controlando los riesgos y daños asociados a enfermedades transmisibles de importancia regional y nacional.
- ✓ Descentralizar y modernizar el sector a través de nuevas modalidades de gestión y financiamiento, entre otros

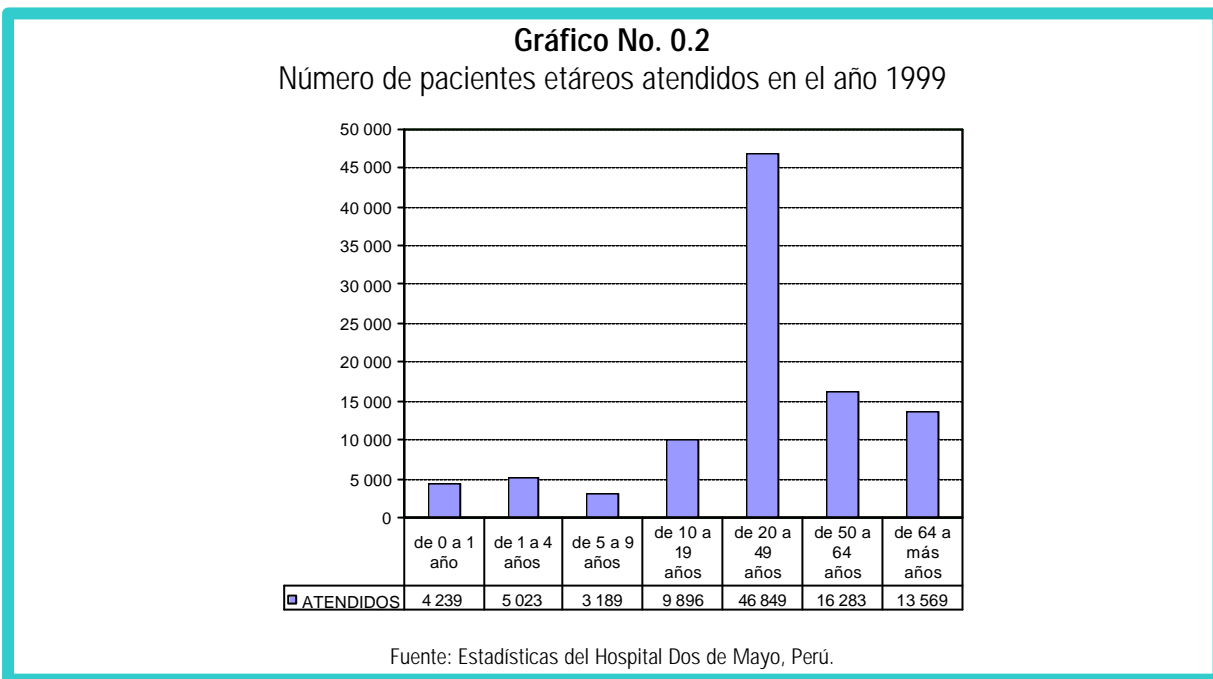
ESTADÍSTICAS

Un hospital típico en Perú se encuentra dividido en dos grandes áreas de atención al paciente : hospitalización y consultorios externos.

De acuerdo a las estadísticas históricas de un hospital típico en el Perú, las intervenciones quirúrgicas entre los años 1995 y 1999, tanto electivas como emergencias, se aprecian en el **Gráfico No. 0.1**

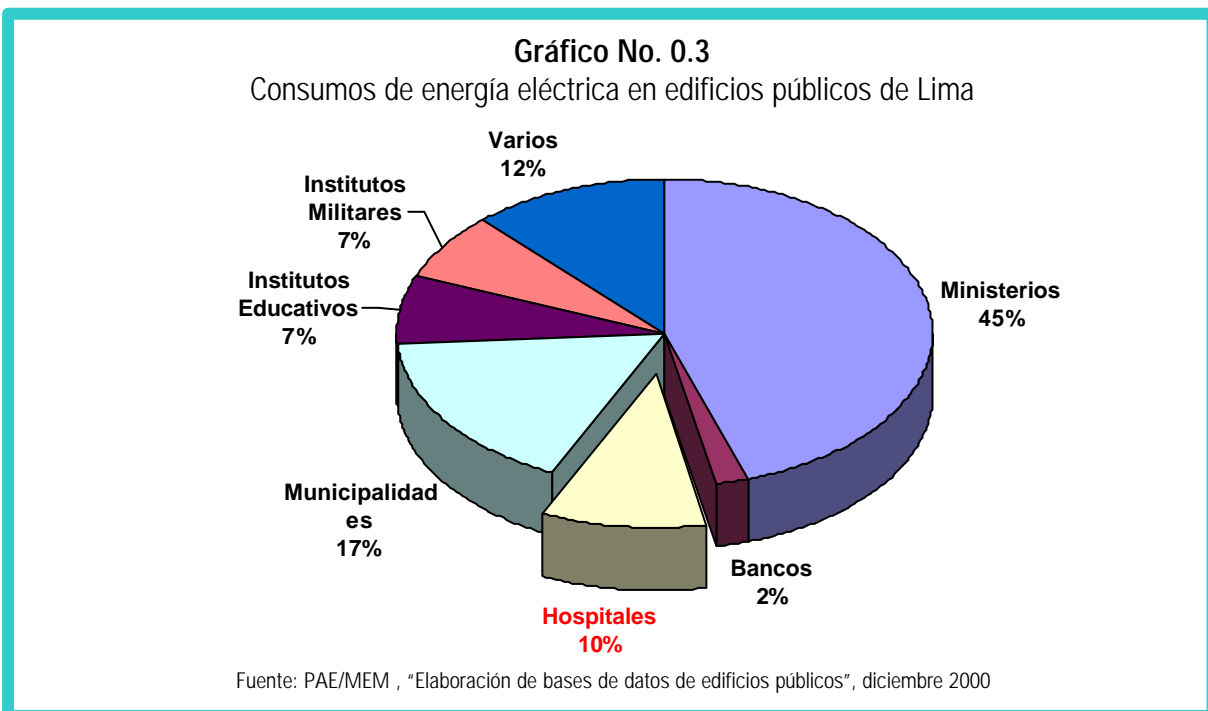


Asimismo, en el **Gráfico No. 0.2** se aprecia el número de pacientes atendidos por grupo etéreo (edades del paciente) en el año 1999 de un hospital típico en el Perú.



Es importante tener en cuenta que los hospitales y clínicas tienen como indicador principal la atención de pacientes en hospitalización y consultorios externos, teniendo como base su capacidad instalada.

De acuerdo a la "Elaboración de bases de datos de edificios públicos" realizado por el PAE/MEM, el 10% de los consumos totales de energía eléctrica en los edificios públicos del Perú pertenecen a los hospitales, como se aprecia en el **Gráfico No. 03**





1. UNIDADES CONSUMIDORAS DE ENERGÍA

En los hospitales de país, los energéticos generalmente utilizados son los siguientes:

- ✓ Energía Eléctrica
- ✓ Combustibles

1.1. ENERGÍA ELÉCTRICA

Los principales equipos consumidores de energía eléctrica en los hospitales son los siguientes:

- ✓ Motores eléctricos (electro bombas, ascensores, compresoras, ventiladores, extractores, lavadoras, secadoras, calandrias, entre otros)
- ✓ Lámparas de iluminación (fluorescentes, incandescentes, de descarga, etc)
- ✓ Calentadores de agua (termas, duchas, hervidores, etc)
- ✓ Hornos eléctricos
- ✓ Cocinas eléctricas
- ✓ Equipos de frío (conservadoras, refrigeradoras)
- ✓ Esterilizadores
- ✓ Equipos electromédicos (rayos X, tomógrafos, artroscopio, etc)

1.2. COMBUSTIBLES

Los combustibles mayormente utilizados en los hospitales del Perú son los siguientes:

- ✓ Petróleo Diesel No. 2
- ✓ Petróleo Industrial No. 500
- ✓ Petróleo Residual No. 6

Asimismo, los principales equipos consumidores de combustible son los siguientes:

- ✓ Calderas
- ✓ Incineradores
- ✓ Marmitas
- ✓ Calandrias
- ✓ Grupos electrógenos
- ✓ Autoclaves, entre otros.



2. COMITÉ DE AHORRO DE ENERGÍA EN HOSPITALES

En un sentido más amplio, el *Comité de Ahorro de Energía* puede ser descrito como una manera de mejorar el rendimiento energético en un hospital existente, cuya meta es llegar a consumir menos energía sin trastocar el confort de la instalación. Esto incluye el funcionamiento y mantenimiento del hospital en una manera que sostenga los aumentos del rendimiento energético alcanzados.

Incluso en la etapa del diseño de un hospital, se debe considerar el uso eficiente de la energía y se debe prestar atención a las instalaciones de acuerdo a las proyecciones futuras planificadas por el órgano respectivo del hospital. Estas necesidades incluyen la capacidad de medir y de supervisar el consumo de energía de los diversos usuarios finales (equipos consumidores, personal del hospital, pacientes, etc).

2.1. ORGANIZACIÓN

Puesto que un programa efectivo de uso eficiente de la energía debe ser a largo plazo (idealmente a través del curso de la vida útil del hospital), se debe designar a un encargado como responsable del *Comité de Ahorro de Energía* del hospital. Para que este comité sea eficaz, debe tener la misma jerarquía que la dirección de otros centros de costos del hospital. Debe, por supuesto, también tener su propio presupuesto como otros centros de costos. El presupuesto para el *Comité de Ahorro de Energía* se puede asignar normalmente como un porcentaje de los costos energéticos anuales.

Al designar a una persona para ser responsable del *Comité de Ahorro de Energía*, es natural realizar una primera mirada dentro de la organización existente. Al encontrar a la persona, es importante y necesario alejar a esta persona de sus otros deberes, puesto que el comité de ahorro de energía no debe ser una tarea adicional asignada a una persona con otras obligaciones. Si no se encuentra a tal persona dentro de la organización, será necesario reclutar externamente.

La persona responsable del comité de ahorro de energía debe ser entrenada adecuadamente para este propósito, a menos que se emplee a alguien con las calificaciones necesarias y experiencia. Un encargado eficaz del comité de ahorro de energía debe poseer capacidad para los sistemas de cómputo, comprensión de los sistemas de energía del hospital, familiaridad con datos y estructuras de tarifa eléctrica y térmica para uso general, entre otros.

Una actitud positiva de la dirección general del hospital hacia programas del comité de ahorro de energía es un factor vital en el éxito del comité con el propósito de utilizar eficientemente la energía.

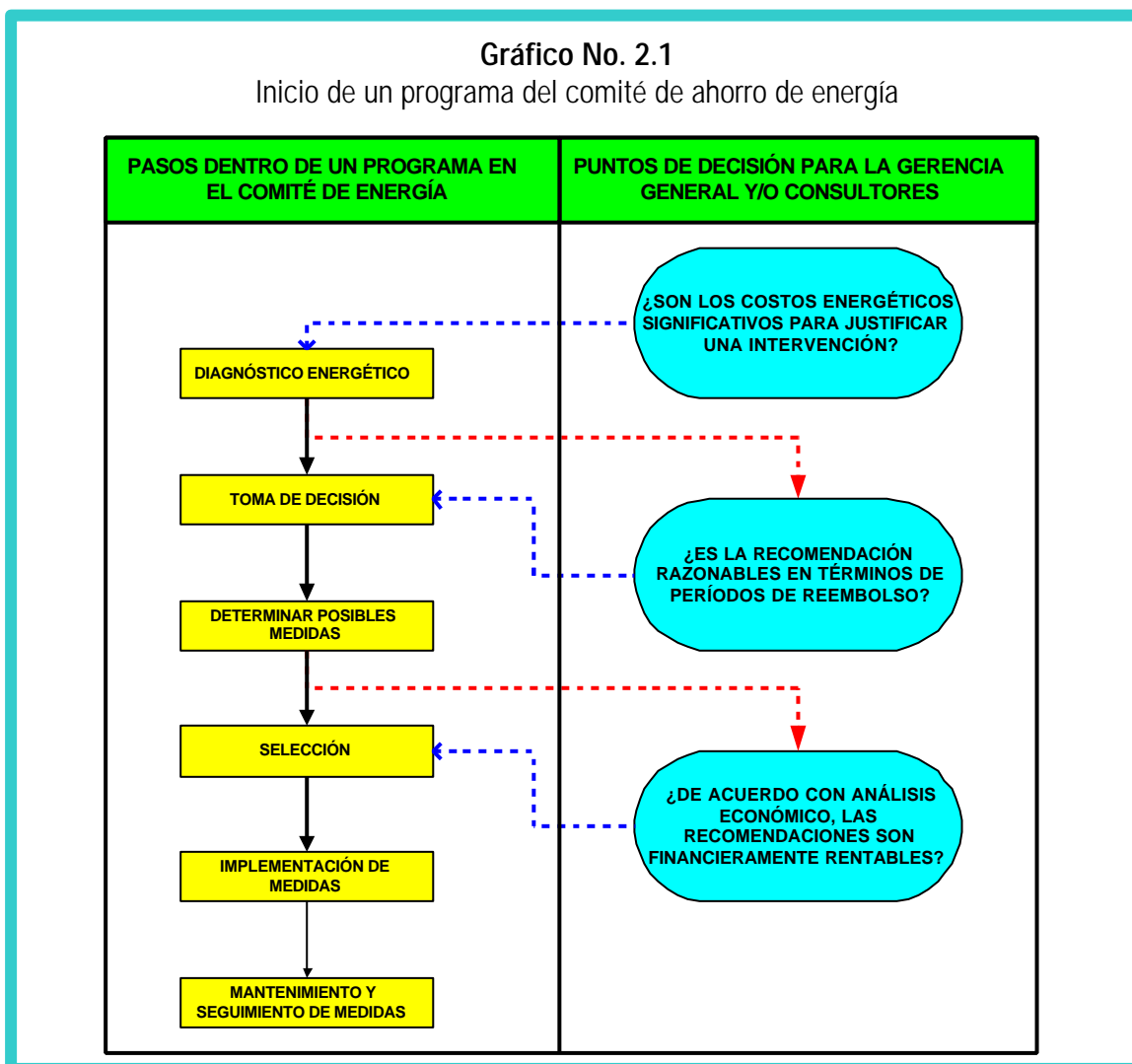
La introducción de un programa de uso eficiente de la energía monitoreado por el comité de ahorro de energía se puede lograr de diversas maneras. Esto depende del tipo y tamaño de hospital, de su localización y de su estructura orgánica existente. Sin embargo, el comité de

ahorro de energía deberá definir claramente los niveles de jerarquía para supervisar el funcionamiento diario del programa a establecer.

2.2. INICIO DE UN PROGRAMA EN EL COMITÉ DE AHORRO DE ENERGÍA

Antes de emprender un programa en el comité de ahorro de energía, especialmente si se van a contratar consultores, es importante tener suficiente conocimiento del hospital, para poder comparar las recomendaciones recibidas correctamente. Así por ejemplo, los costos de los consultores a ser contratados para realizar un estudio de energía, no deben exceder a los ahorros que se pueden razonablemente esperar.

El comité de ahorro de energía es viable si los ahorros potenciales son viables de acuerdo a la evaluación técnico-económica (véase el **Gráfico No. 2.1**). Si esta evaluación es rentable, entonces el encargado de la energía debe ser designado a la brevedad.





2.3. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

El trabajo práctico dentro de cada programa del comité de ahorro de energía debe comenzar con un diagnóstico energético.

Un diagnóstico energético contempla lo siguiente:

- ✓ Recopilación de información.
- ✓ Mediciones y registros de consumos.
- ✓ Evaluación de las mediciones
- ✓ Identificación de mejoras
- ✓ Análisis de costo / beneficio de mejoras
- ✓ Plan de acción de mejoras

Hay un número de preguntas que es de interés del consultor, y que podrían ser investigadas antes de solicitar una propuesta. Algunos ejemplos son:

- ✓ ¿Cuál es el tiempo de servicio del hospital. Por ejemplo; horas de funcionamiento al día, número de pacientes, etc.?
- ✓ ¿Hay un diagrama unifilar del sistema eléctrico, y/o del sistema térmico u otro sistema importante de gran consumo de energía?
- ✓ ¿La electricidad usada es medida en cada piso, o en un solo punto, y qué mediciones de dichas instalaciones son importantes?
- ✓ ¿Se utiliza la tarifa adecuada de la energía eléctrica (comparar con la energía del año pasado)?
- ✓ ¿Hay una historia de modificaciones anteriores?

Una vez que la decisión de continuar con el programa del comité de ahorro de energía se haya tomado, la fase próxima del programa es dar la prioridad a las medidas que serán puestas en ejecución.

2.4. PRIORIDAD EN LAS POSIBLES MEDIDAS

La manera más simple de dar prioridad a las posibles medidas de uso eficiente de la energía, es conociendo su rentabilidad. Para calcular la rentabilidad, se requiere de modelos económicos. Hay diversos modelos económicos que pueden ser utilizados, pero el modelo usado debe considerar adecuadamente los ahorros a través de una medida adecuada en un tiempo de vida útil. Sin embargo, el período simple de retorno de inversión no debe ser demasiado largo.

Hay dos pasos a seguir para determinar las posibles medidas. Estas son:

- ✓ Seleccionar las medidas con el método de reembolso simple.
- ✓ Agrupar y ordenar las medidas más rentables para utilizar otro modelo detallado, hasta lograr la medida más rentable.



Es importante señalar que el período de reembolso simple no mide lo beneficioso de la medida, ni considera el tiempo de vida de los activos. Sin embargo, comúnmente se utiliza porque es fácil de entender y es una herramienta para rápidamente aprobar o rechazar una decisión de inversiones, según la política del hospital.

Una tercera decisión importante necesita ser tomada después de seleccionar y de dar prioridad a las medidas de uso eficiente de la energía. Es decir, que las medidas deben ser puestas en ejecución.

2.5. PUESTA EN PRÁCTICA DE LAS MEDIDAS

Una vez que se haya decidido que las medidas de uso eficiente de la energía, deben ser puestas en ejecución, el comité de ahorro de energía continuará con el trabajo práctico de ponerlo en ejecución. En esta etapa del proceso, los acuerdos con los proveedores deben ser hechos y, dependiendo de la complejidad de la medida, emplear a los consultores para asistir con el trabajo de diseño. Si los consultores son necesarios en esta etapa, entonces sus costos deben ser considerados al dar la prioridad a las medidas.

2.6. MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO

Una vez que se hayan puesto en ejecución las medidas, es hora de comenzar procedimientos de mantenimiento y seguimiento. En el mantenimiento es importante mantener alta eficacia y prevenir interrupciones.

La supervisión de las medidas en el hospital lo debe realizar el personal del comité de ahorro de energía teniendo como base el control total del uso de la energía. Este control será muy útil si los malfuncionamientos ocurren en el sistema de energía. Un ejemplo típico es cuando se entrega más calor del necesario a un área, mientras que al mismo tiempo la temperatura es controlada por el sistema de enfriamiento; esto conduce a una calefacción excesiva y a entregar calor innecesariamente al mismo lugar donde se refresca.

El proceso del comité de ahorro de energía de ninguna manera se acaba después que todos los pasos demostrados en el **Gráfico No. 2.1** se hayan realizado por primera vez. Estos pasos se repiten en ciclos, quizás con énfasis sobre diversos pasos cada vez. Usando estos ahorros importantes, duraderos y continuos para el procesamiento de la energía, el comité de ahorro de energía podrá realizar un control retroalimentado (controlling).



3. RECOMENDACIONES GENERALES

Las recomendaciones que se describen a continuación, son las que se pueden aplicar en los principales equipos consumidores de energía en los hospitales del país, siendo estas las siguientes:

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE OPERACIÓN EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

3.1.1. Instalaciones eléctricas de asistencia médica

3.1.1.1. Sistemas de cableado eléctrico

Métodos de instalación

Los métodos de instalación deberán cumplir con los requisitos establecidos en los Capítulos del 1 al 5 del Tomo V , Sistema de Utilización, referido al Código Nacional de Electricidad emitido por la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas.



Puesta a tierra

Tomacorrientes y equipos eléctricos fijos. En áreas usadas para el cuidado de enfermos, todos los tomacorrientes y toda parte conductiva (de cualquier equipo eléctrico fijo) que pueda energizarse y se encuentre al alcance de personas, con tensiones mayores de 100 voltios, deberá ponerse a tierra por un conductor de cobre aislado con sección de acuerdo con la **Tabla No. 3.1.1**

Equipos conectados por cordón y enchufe. Toda parte conductiva expuesta fácil de ser energizada, de equipos conectados mediante cordón y enchufe que trabajan a una tensión mayor de 100 voltios, deberán estar puestas a tierra; a excepción de los dispositivos protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente, y que no tienen partes conductivas expuestas; tales equipos deberán ser marcados con un distintivo.

Protección contra fugas a tierra

Cuando una protección contra fallas a tierra está provista para operar los medios de desconexión de la acometida, una protección contra fallas a tierra adicional de un escalón inferior deberá ser provisto en el alimentador al lado de la carga. Toda protección deberá estar compuesta con dispositivos de sobrecorriente y transformadores de corriente u otros equipos de protección equivalentes, los cuales deberán abrir los dispositivos de desconexión del alimentador.



Tabla No. 3.1.1
Sección mínima de los conductores de protección

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente ubicado antes del equipo, tubería, etc.	Sección nominal del conductor de protección (cobre) (mm ²)
No mayor de (A)	
15	2
20	3
60	5
100	8
200	16
400	25
800	50
1000	70
1200	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

Fuente: CNE de la DGE del MEM, Tomo V, Sistemas de Utilización, página 104

Los dispositivos de protección de fugas a tierra deberán ser seleccionados cuidadosamente, de tal manera que en caso de falla a tierra en el lado de la carga del alimentador, actúe el dispositivo del alimentador y no el de la acometida. Se deberá proveer una separación mínima de 6 ciclos entre las bandas de disparo para falla a tierra de la acometida y del alimentador. Se deberá considerar asimismo, el tiempo de operación de los dispositivos de desconexión en la selección del lapso de tiempo entre las dos bandas para alcanzar el 100% de selectividad.

3.1.1.2. Clínicas, consultorios médicos y dentales

Las prescripciones del presente acápite deberán aplicarse a los lugares como clínicas, consultorios médicos y dentales, e instalaciones médicas de atención ambulatoria, donde los pacientes van a ser examinados o tratados. Esto no es aplicable a sus oficinas, corredores, salas de espera y similares. Ver los sistemas eléctricos típicos para una asistencia pequeña (**Gráfico No. 3.1.1**) y asistencia grande (**Gráfico No. 3.1.2**)

La instalación de puestas a tierra y tomacorrientes deberán estar de acuerdo con las prescripciones del sub capítulo anterior 3.1.1.1



3.1.1.3. Sanatorios e Instalaciones residenciales de asistencia

Instalaciones limitadas a servicios específicos

Los sanatorios e instalaciones residenciales de asistencia que no proporcionan, para el cuidado de pacientes, aparatos de sobrevivencia tales como: respiradores eléctricos, aparatos de succión, marcapasos externos para el corazón y similares; y los que no proporcionan servicios para tratamientos quirúrgicos que requieran anestesia general, deberán cumplir con lo siguiente:

- ✓ Estar provistos de un grupo de emergencia.
- ✓ Estar provistos para la transferencia del grupo de emergencia con un máximo de 10 segundos de interrupción de la fuente normal.
- ✓ Estar provistos de un mínimo de 4 horas de energía efectiva para el alumbrado de señales de escape, corredores de escape, escaleras, puestos de enfermeras, áreas de preparación de medicamentos, salas de calderas, áreas de comunicación y la operación de todos los sistemas de alarma.

Sistemas de emergencia

El sistema de emergencia en sanatorios e Instalaciones residenciales de asistencia y cuidado, deberá instalarse y conectarse al grupo de emergencia de modo que todas las funciones específicas principales sean restablecidas automáticamente para operar dentro de los 10 segundos de interrumpirse la fuente normal.

El sistema de emergencia deberá consistir del circuito para la seguridad de la vida y el circuito crítico.

Circuitos para la seguridad de la vida

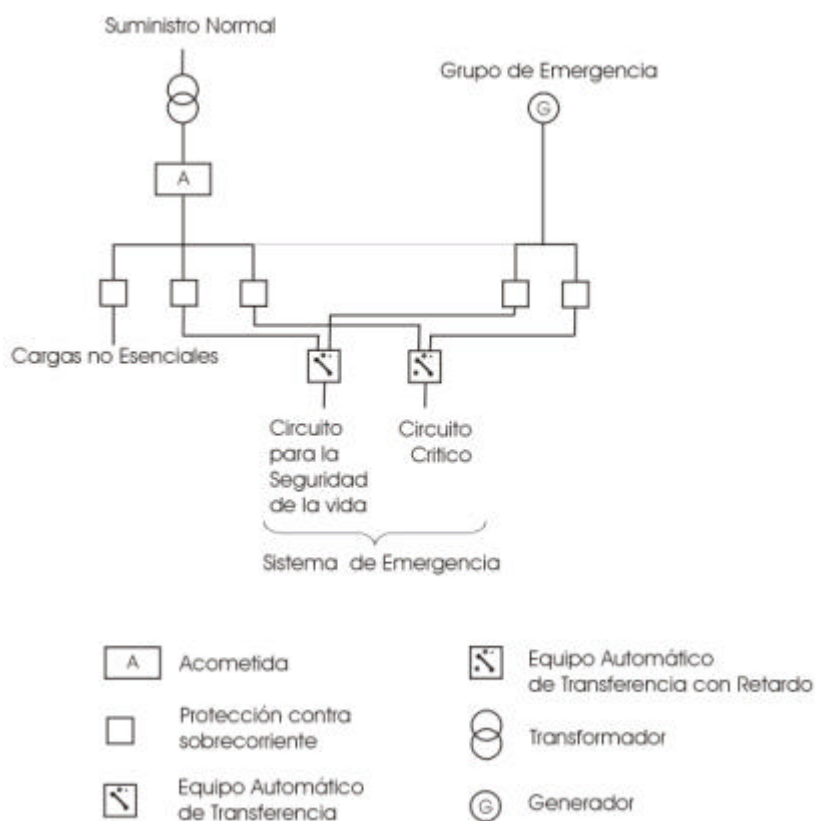
Los circuitos para la seguridad de la vida deberán alimentar a los aparatos de alumbrado, tomacorrientes y equipos, que estén relacionados con la seguridad de la vida, como se indica a continuación:

- ✓ iluminación de los medios de escape, tales como la iluminación requerida para corredores, pasajes, escaleras y accesos a puertas de salida, y de todas las vías necesarias para llegar a las salidas.
- ✓ Señales de salida
- ✓ Sistemas de alarma que incluyen:
 - Alarmas contra incendio accionados en estaciones manuales por dispositivos de alarma eléctrica de flujo de agua conectados al sistema de rociadores, y dispositivos automáticos de detección de incendio, de humos o de productos de combustión.

- Alarmas requeridas para los sistemas que se usan para la distribución de gases medicinales no inflamables.
- ✓ Sistemas de comunicación, cuando éstos se usan para transmitir instrucciones durante condiciones de emergencia, incluyendo las necesidades de energía para el sistema local de teléfono.
- ✓ Lugar donde está ubicado el grupo generador, incluyendo el alumbrado de trabajo y los tomacorrientes seleccionados.

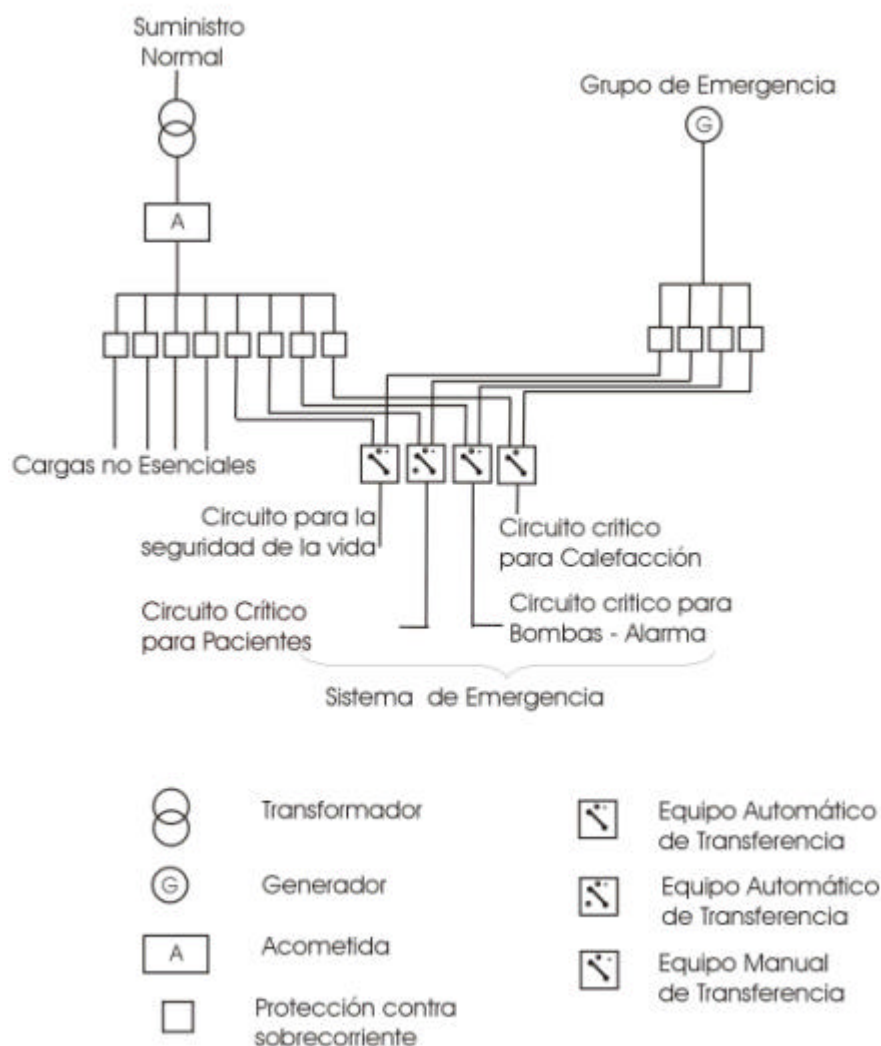
Iluminación de los corredores para la transferencia nocturna. Para la transferencia nocturna de los pacientes en sanatorios e instalaciones residenciales de asistencia y cuidado, las disposiciones de maniobra de la iluminación de corredores desde los circuitos de iluminación general a los circuitos de iluminación nocturna deberán ser permitidos de tal manera que uno de los dos circuitos pueda ser seleccionado y ambos circuitos no puedan ser apagados al mismo tiempo.

Gráfico 3.1.1
TÍPICO SISTEMA ELÉCTRICO MENOR
Sanatorio e instalación residencial de asistencia y cuidado



Fuente: CNE de la DGE del MEM, Tomo V, Sistemas de Utilización

Gráfico 3.1.2
TÍPICO SISTEMA ELÉCTRICO MAYOR
Sanatorio e instalación residencial de asistencia y cuidado



Fuente: CNE de la DGE del MEM, Tomo V, Sistemas de Utilización

Circuitos críticos

El circuito crítico deberá ser instalado y conectado a un grupo de emergencia de tal manera que la operación del equipo, sea restablecido automáticamente en intervalos de tiempo retardados apropiados después del restablecimiento del servicio del circuito crítico.

Los siguientes equipos deberán estar dispuestos para conectarse automáticamente al grupo de emergencia:



- ✓ Áreas para el cuidado de pacientes. El alumbrado de los puestos de trabajo y los tomacorrientes seleccionados en: lugares de preparación de medicinas, áreas de distribución de medicinas y puestos de enfermeras.
- ✓ Las bombas de aguas negras u otros equipos que deben funcionar para la seguridad de aparatos principales, incluyendo los sistemas relacionados de control y las alarmas.
- ✓ La iluminación de la cabina del ascensor y los sistemas de comunicaciones.

El servicio de ascensores, si existe, deberá estar dispuesto para ser conectado automáticamente o manualmente al grupo de emergencia. Este servicio debe incluir las conexiones para la iluminación de la cabina, los controles y el sistema de señalización.

3.1.1.4. Hospitales

Las disposiciones del presente acápite deberán aplicarse a los hospitales y otras instalaciones de asistencia médica para servicio de pacientes que puedan valerse por sí mismos.

Los sistemas eléctricos esenciales en los hospitales, deberán componerse de dos partes; el Sistema de Emergencia y el Sistema de Equipos. Estos sistemas deberán ser capaces de alimentar a los servicios de alumbrado y fuerza que se consideran esenciales para la seguridad de la vida y el funcionamiento efectivo de las instalaciones durante el tiempo de interrupción del servicio eléctrico normal que ocurra por cualquier causa.

Sistema de emergencia

El sistema de emergencia puede estar compuesto de dos partes: el circuito para la seguridad de la vida y el circuito crítico. Estos circuitos deben estar limitados a circuitos esenciales para funciones específicas.

Se deberá exigir en todos los hospitales un circuito para la seguridad de la vida y un circuito crítico.

- ✓ El circuito para la seguridad de vida deberá alimentar a los equipos de iluminación, alarma y alerta, que deben funcionar permanentemente para la seguridad de la vida durante las emergencias.
- ✓ El circuito crítico deberá alimentar a los aparatos de iluminación y tomacorrientes en áreas de cuidado de pacientes críticos.

Los alimentadores del sistema de emergencia deberán estar físicamente separados de la instalación normal o deberán estar protegidos de manera que se reduzcan las posibilidades de interrupción simultánea.



El circuito para la seguridad de la vida y el circuito crítico de un sistema de emergencia, deberán instalarse en canalizaciones metálicas. Estos circuitos deberán mantenerse completamente independientes de todas las Instalaciones y equipos, y no deberán instalarse en las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes con cualquier otra instalación.

Se deberán conectar al sistema de emergencia solamente los aparatos de alumbrado y los equipos que desempeñan las funciones indicadas en este capítulo.

Todos los circuitos de un Sistema de Emergencia deberán instalarse y conectarse a una fuente auxiliar de energía para que el suministro al alumbrado y a los equipos sea automáticamente restablecido en los 10 segundos siguientes a la interrupción de la fuente normal.

Circuitos para la seguridad de la vida

El circuito para la seguridad de la vida de un sistema de emergencia deberá alimentar a los aparatos de iluminación, los tomacorrientes y otros equipos que estén relacionados con la seguridad de la vida, como se indica a continuación:

- ✓ Iluminación de los medios de escape, tales como la iluminación requerida para corredores, pasajes, escaleras y accesos a puertas de salidas, y todas las vías necesarias para llegar a las salidas.
- ✓ Señales de salida.
- ✓ Sistemas de alarma, que incluyen: alarmas de incendio accionadas en estaciones manuales, por dispositivos de alarma eléctrica de flujo de agua conectadas al sistema de rociadores, y dispositivos automáticos de detección de incendio, de humos o de productos de combustión.
- ✓ Alarmas requeridas para los sistemas que se usan para la distribución de gases medicinales no inflamables.
- ✓ Sistemas de comunicación en hospitales, cuando éstos se usan para transmitir instrucciones durante condiciones de emergencia, incluyendo las necesidades de energía para el sistema local de teléfono
- ✓ Lugar donde está ubicado el grupo generador, incluyendo al alumbrado de trabajo y los tomacorrientes seleccionados.



Iluminación de los corredores para la transferencia nocturna. Para la transferencia nocturna de pacientes en hospitales, las disposiciones de maniobras de la iluminación de corredores desde los circuitos de iluminación general a los circuitos de iluminación



nocturna, deberán ser permitidos de tal manera que uno de los dos circuitos pueda ser seleccionado y ambos circuitos no puedan ser apagados al mismo tiempo.

Circuito eléctrico crítico de hospitales

El circuito crítico de un sistema de emergencia deberá servir solamente a las áreas y funciones relacionadas con el cuidado de pacientes. Estos circuitos críticos se indican a continuación:

- ✓ Transformadores aisladores, que alimenten lugares de anestesia.
- ✓ Alumbrado de trabajo y tomacorrientes seleccionados en guarderías infantiles, lugares de preparación y expendio de medicinas, lugares seleccionados para el cuidado minucioso de recién nacidos, lugares camas de psiquiatría (sólo alumbrado de trabajo), puestos de enfermera, salas comunes de tratamiento, salas quirúrgicas y obstétricas, laboratorios anglográficos, laboratorio de cateterización cardíaca, unidades de cuidado de las coronarias, salas de parto, unidades para diálisis, salas de tratamiento de emergencia, laboratorios de fisiología humana, unidades de cuidado intensivo, salas de operaciones, salas de recuperación postoperatoria, corredores en áreas para el cuidado de pacientes generales.

Sistema eléctrico para equipos hospitalarios

El sistema eléctrico para equipos hospitalarios deberá instalarse y conectarse al grupo de emergencia, de manera que se pongan automáticamente en servicio. Con esta disposición se debe obtener también la reconexión de los equipos con acción retardante automática o manual.

Los componentes siguientes del Sistema de Equipos deberán estar dispuestos para ponerse nuevamente en servicio automáticamente:

- ✓ Sistemas centrales de vacío y de aire que cumplen funciones medicinales y quirúrgicas.
- ✓ Bombas de sumidero y otros equipos que incluyan sistemas de control y alarma necesarios para el funcionamiento con seguridad de los aparatos esenciales.

Se requiere que los componentes siguientes del sistema de equipos estén dispuestos para ser conectados manual o automáticamente al grupo de emergencia:

- ✓ El equipo de calefacción, si lo hay, en salas de cirugía, partos, faenas, recuperación, habitaciones de pacientes, unidades de cuidado intensivo y salas de recién nacidos.
- ✓ Se exceptuará la calefacción de las habitaciones de los pacientes durante una interrupción del servicio eléctrico normal, cuando el hospital está alimentado al menos por dos servicios de energía eléctrica con fuentes distintas de energía para cada uno, o por una red de distribución alimentada por dos o más generadores.



- ✓ El servicio de los ascensores que sirve a los pisos de pacientes, planta baja y los pisos donde están ubicadas las salas de operaciones y salas de partos, con sus ambientes anexos. Esto debe incluir las conexiones para el alumbrado de la cabina y para los sistemas de control y señalización.
- ✓ Los sistemas de ventilación de inyección y extracción para las campanas de humos de laboratorios, para salas quirúrgicas, salas obstétricas, sala de recién nacidos y para locales de asistencia médica de emergencia, cuando tales áreas no tienen ventanas.

Los componentes del sistema de equipos indicados a continuación pueden estar dispuestos para ser conectados manual o automáticamente al grupo de emergencia.

- ✓ Autoclaves seleccionadas, cuando están calentadas o controladas eléctricamente.
- ✓ Otros equipos seleccionados en lugares tales como cocinas, lavanderías, cuartos de radiología y el cuarto central de refrigeración.

Las bombas contra incendios podrán ser manualmente conectadas al Sistema de Equipos con tal que haya suficiente capacidad, o podrán ser conectadas a un grupo de emergencia particular.

Fuentes de energía

Los sistemas eléctricos esenciales deberán tener por lo menos dos fuentes independientes de alimentación; una fuente normal que alimente generalmente todo el hospital y uno o varios grupos de emergencia para uso cuando el servicio normal está interrumpido.

El grupo de emergencia deberá estar formado por uno o varios grupos generadores accionados por alguna clase de fuerza motriz y ubicados en algún lugar de la edificación.

Cuando la fuente normal está formada de unidades generadoras ubicadas en dependencias de la edificación, el grupo de emergencia puede ser otro grupo generador o un servicio de energía eléctrica exterior.

Todos los equipos deberán estar ubicados de tal modo que se evite en lo posible su daño completo por causas tales como inundaciones, fuegos y formación de hielo.

3.1.1.5. Áreas de cuidado de pacientes

El presente acápite tiene por objeto determinar los criterios de funcionamiento y los métodos de instalación que deberán emplearse para disminuir los peligros eléctricos mediante el mantenimiento de bajas diferencias de potencial en forma adecuada entre partes conductivas que pudieran entrar en contacto con un paciente.



En Instalaciones de asistencia médica, es difícil prevenir la presencia de un trayecto conductivo o capacitivo desde el cuerpo del paciente o algún objeto puesto a tierra, porque este trayecto puede establecerse accidentalmente, o a través de instrumentos directamente conectados al paciente. Todas las demás superficies eléctricamente conductoras que puedan proporcionar un contacto adicional con el paciente y otros instrumentos que puedan conectarse al paciente, constituyen posibles fuentes de corrientes eléctricas que pasarán por su cuerpo. Al aumentar el número de aparatos relacionados con el paciente, se aumenta el peligro y en consecuencia se deberán tomar mayores precauciones. Se presenta un problema especial con pacientes cuyo corazón está conectado a un conductor eléctrico llevado hasta fuera. Los pacientes pueden ser electrocutados con niveles de corriente tan bajos que se debe tener consideraciones especiales al diseñar las condiciones eléctricas alrededor de los pacientes. Se requieren protecciones adicionales en el diseño de artefactos y en los controles de las prácticas médicas.

Las áreas de cuidado de pacientes deberán clasificarse en una de las dos categorías siguientes:

- ✓ Áreas de cuidado general.
- ✓ Áreas de cuidado crítico.

La designación de las áreas en los hospitales, de acuerdo con la clasificación de los pacientes estará bajo la responsabilidad del cuerpo médico encargado de este servicio.



Funcionamiento de la puesta a tierra

Entre dos superficies cualesquiera expuestas y conductoras en la vecindad del paciente, no debe existir diferencias de potencial mayores que las indicadas a continuación en frecuencias de 1000 Hz o menores, medidas a través de una resistencia de 1000 ohmios.

- ✓ Áreas de cuidado general. 500 mV en funcionamiento normal.
- ✓ Áreas de cuidado crítico. 1000 mV en funcionamiento normal.

Áreas de cuidado general

Cada ubicación de la cama del paciente debe estar provista de un mínimo de 4 tomacorrientes simples o dos tomacorrientes dobles; cada tomacorriente debe ser puesto a tierra por medio de un conductor de cobre aislado de acuerdo a la **Tabla No. 3.1.1**

Cada ubicación de la cama del paciente debe estar alimentada por lo menos con dos circuitos derivados, al menos uno de los cuales provenga del tablero del sistema normal; todo circuito derivado del sistema normal deberá originarse en el mismo tablero. Se exceptúa los circuitos derivados que alimentan sólo a salidas o tomacorrientes para usos especiales, tales como una salida para rayos X portátil, que no requiere una alimentación directa desde el tablero.

Las barras terminales de puesta a tierra de protección de los tableros del sistema eléctrico normal y esencial deben interconectarse por medio de un puente de unión continuo de cobre aislado de sección no menor de 4 mm².

Áreas de cuidado crítico

Cada ubicación de la cama del paciente debe estar provista de un mínimo de 6 tomacorrientes simples ó de 3 dobles y puestos a tierra al punto de puesta a tierra de referencia, por medio de un conductor de protección de cobre.

Cada ubicación de la cama del paciente debe estar alimentada por lo menos con dos circuitos derivados, perteneciendo uno o más de ellos al sistema de emergencia. Al menos uno de ellos deberá ser un circuito derivado individual. Todo circuito derivado del sistema normal deberá provenir desde un único tablero; todo circuito derivado del sistema de emergencia deberá provenir desde un simple tablero. Los tomacorrientes del sistema de emergencia deberán identificarse indicándose el número del tablero y circuito que lo alimentan. Se exceptúan los circuitos derivados que alimentan sólo aparatos o equipos de usos especiales, los cuales pueden ser alimentados por otros tableros.



Cada ubicación de la cama del paciente deberá estar provista de un punto de puesta a tierra en la vecindad del paciente, conectado al punto de puesta a tierra de referencia por medio de un conductor continuo de cobre aislado, no menor de 4 mm^2 , conectado directamente con el punto de puesta a tierra de referencia o por medio de un conductor conectado permanentemente al conductor de protección desde un tomacorriente cercano. El punto de puesta a tierra del paciente deberá contener una o más tomas de clavijas aprobadas para el propósito de la puesta a tierra de los equipos portátiles no eléctricos.

Las barras terminales de puesta a tierra de equipos de los tableros del sistema de emergencia y normal deberán unirse entre sí por medio de un conductor de cobre continuo aislado de sección no menor de 4 mm^2 .

Deberá proveerse uno o más puntos de interconexión de la habitación y deberán estar conectados al punto de puesta a tierra de referencia por medio de un conductor de cobre continuo aislado de una sección no menor de 4 mm^2 .

Sistema eléctrico de distribución puesto a tierra

Cuando el sistema eléctrico de distribución está puesto a tierra, la puesta a tierra del tubo del alimentador deberá asegurarse por medio de boquillas de puesta a tierra y por medio de conductores de cobre continuo, de una sección no menor de $2,5 \text{ mm}^2$, extendido desde la boquilla de puesta a tierra hasta la barra de puesta a tierra del tablero.

Fuente de energía aislada no puesta a tierra

Cuando se utiliza una fuente de energía aislada puesta a tierra y limita la corriente inicial de falla a una baja magnitud, el conductor de protección asociado con el circuito secundario, puede ser corrido fuera de la cubierta de los conductores de fuerza en el mismo circuito.

Conductor de protección para tomacorrientes de uso especial

El conductor de protección para tomacorrientes de uso especial tales como los equipos de rayos X móviles, deberá prolongarse hasta el punto de puesta a tierra de referencia para todos los lugares donde puedan necesitarse estos tomacorrientes. Si un circuito es alimentado desde un sistema aislado no puesto a tierra, el conductor de protección no requerirá tenderse junto con los otros conductores de fuerza del circuito, sin embargo el terminal de puesta a tierra de equipo del tomacorriente de uso especial deberá conectarse al punto de puesta a tierra de referencia.



Lugares húmedos

Los tomacorrientes de 220 V monofásicos de 15 y 20 A utilizados en lugares húmedos deberán estar provistos de interruptores de protección contra fugas a tierra si la interrupción de energía en condiciones de falla a tierra son tolerables, o deberá utilizarse un sistema de energía aislada, si estas interrupciones de energía no pueden ser tolerables.

Equipos de rayos X instalados permanentemente

Los equipos de rayos X, instalados permanentemente, deberán tener un conductor de cobre aislado, separado, continuo, de una sección no menor de 25 mm² que esté asegurado a la estructura del soporte del paciente y a la parte estacionaria del sistema.

Un sistema de rayos X instalado permanentemente, que incluya todo el equipo alimentado por el generador de rayos X, no requiere ser alimentado por un sistema independiente. Los conductores de protección anexos con el equipo tendrán una resistencia máxima de corriente continua de 0,025 ohmios, medida entre el chasis y el punto de tierra del paciente.

Equipo portátil, movable y transportable

Los equipos de rayos X para usos médicos, móviles o transportables de una capacidad no mayor de 60 amperios, no necesitarán de circuitos derivados individuales.

Capacidades nominales de los conductores de alimentación y de la protección contra sobrecorriente

Las capacidades nominales de los conductores de alimentación de los circuitos derivados y los dispositivos de protección contra sobrecorriente, no deben ser menores que el 50% de la potencia del régimen momentáneo o el 100% de la potencia del régimen prolongado del equipo de rayos X, escogiéndose el mayor de los dos valores.

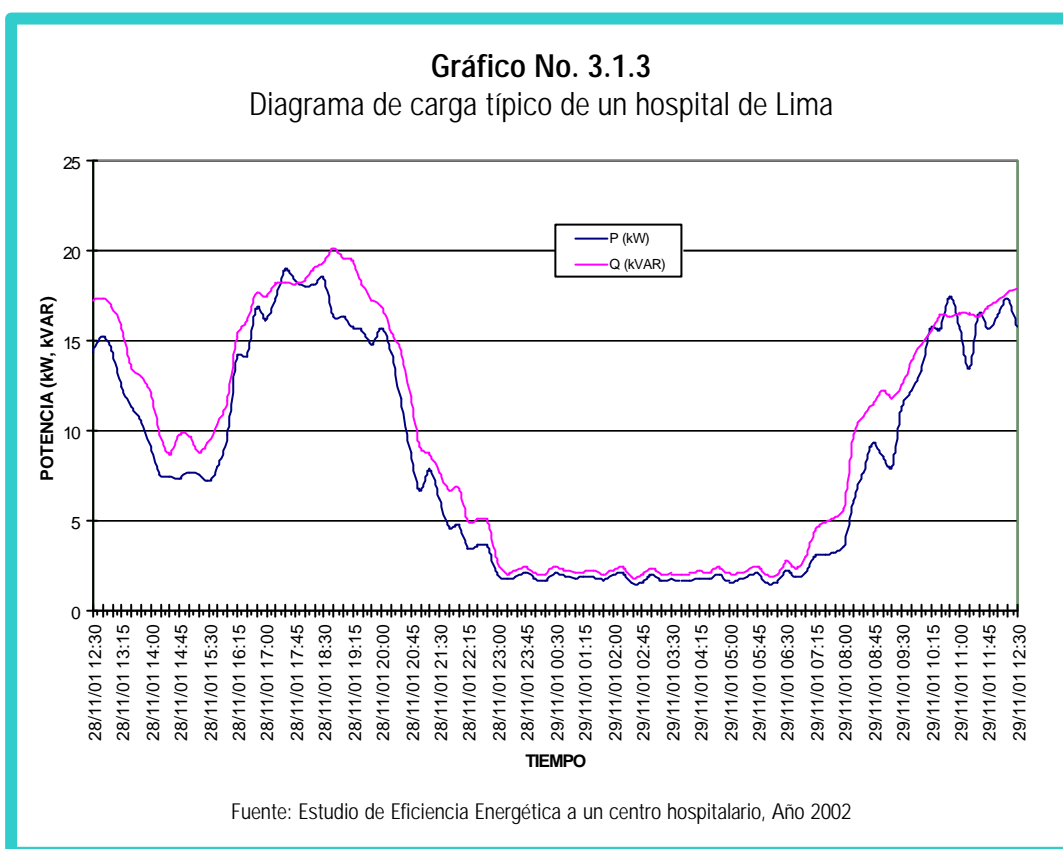
La capacidad de corriente y la capacidad nominal de los dispositivos contra sobrecorrientes de un alimentador para dos o más circuitos derivados que alimentan unidades de rayos X, no deberá ser menor que el 100% de la capacidad del régimen momentáneo (como se indica en a) de los dos aparatos de rayos X de diagnóstico médico más grande, más el 20% de la capacidad del régimen momentáneo de otros aparatos de rayos X de diagnóstico médico. Los equipos de rayos X para terapia médica o uso industrial deberán calcularse al 100%.

La capacidad de corriente de los conductores de los circuitos derivados y la capacidad de los medios de desconexión y protección contra sobrecorriente de los equipos de rayos X son generalmente indicados por el fabricante para una instalación específica.

3.1.2. Consumos de energía eléctrica en un hospital

3.1.2.1. Diagrama de carga eléctrico

El diagrama de carga eléctrico típico de un hospital en la ciudad de Lima se aprecia en el **Gráfico No. 3.1.3**

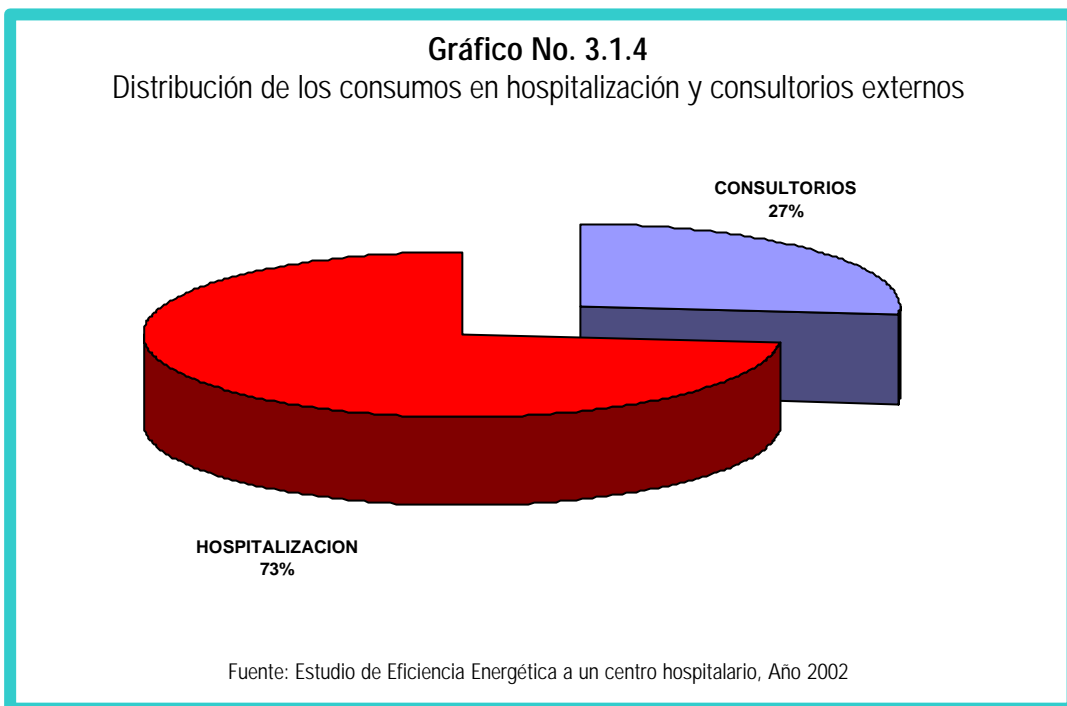


Se observa que existe un pico entre las 8:00 horas y las 12:00 horas, luego desciende por el refrigerio y luego se forma otro pico entre las 16:00 horas y las 20:00 horas. Durante la noche el consumo es muy bajo.

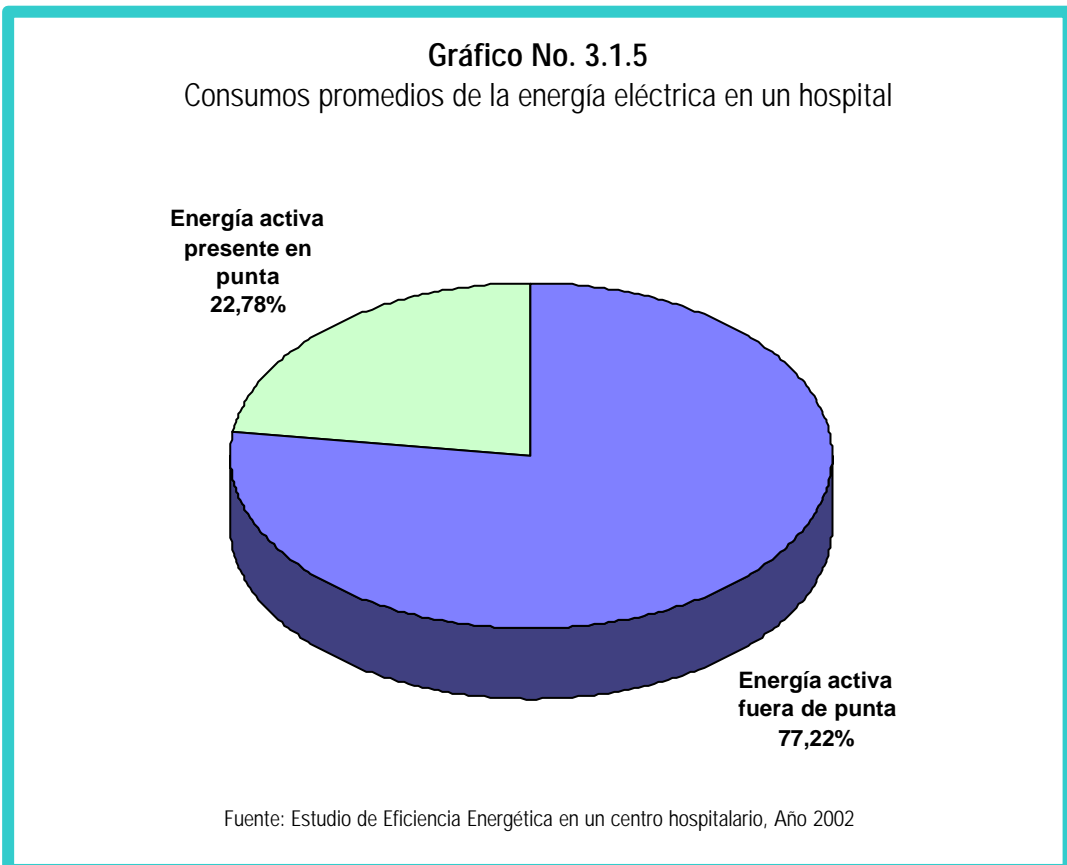
3.1.2.2. Distribución de los consumos de energía eléctrica.

Los consumos de energía eléctrica en un hospital típico se distribuye generalmente entre hospitalización y consultorios. Lo apreciamos en el **Gráfico No. 3.1.4**.

Se observa que el 73% del consumo de energía eléctrica pertenece al área de hospitalización y el 27% al área de consultorios externos.

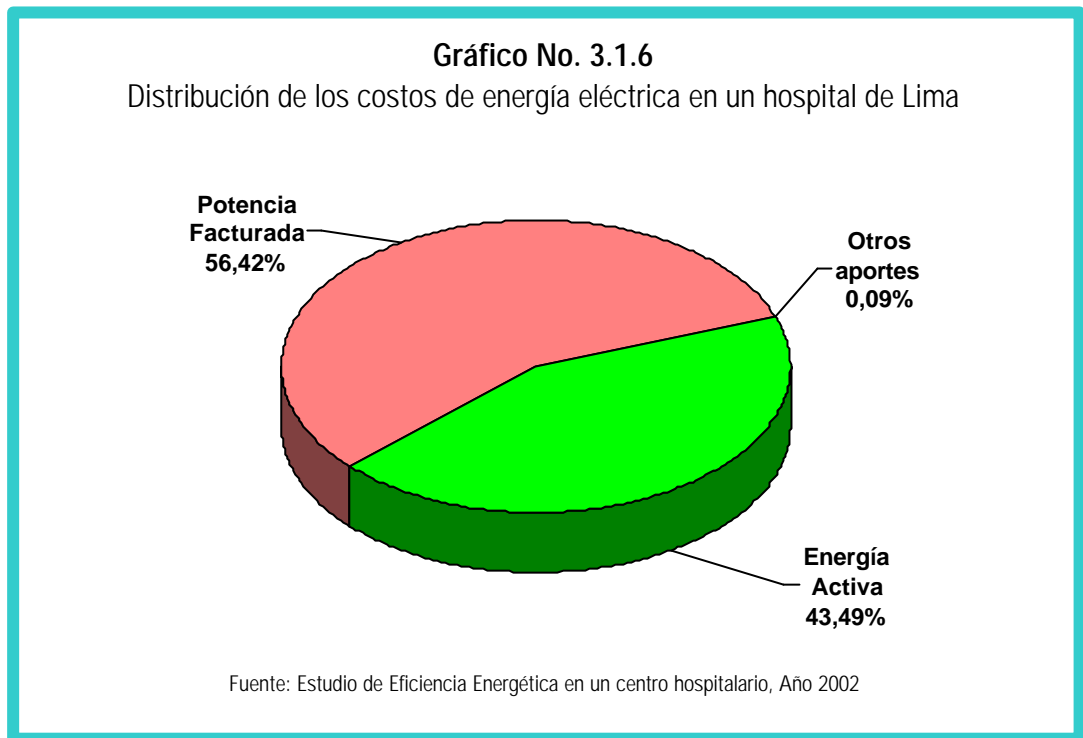


El consumo promedio de la energía eléctrica anual de un hospital típico se aprecia en el **Gráfico No. 3.1.5**



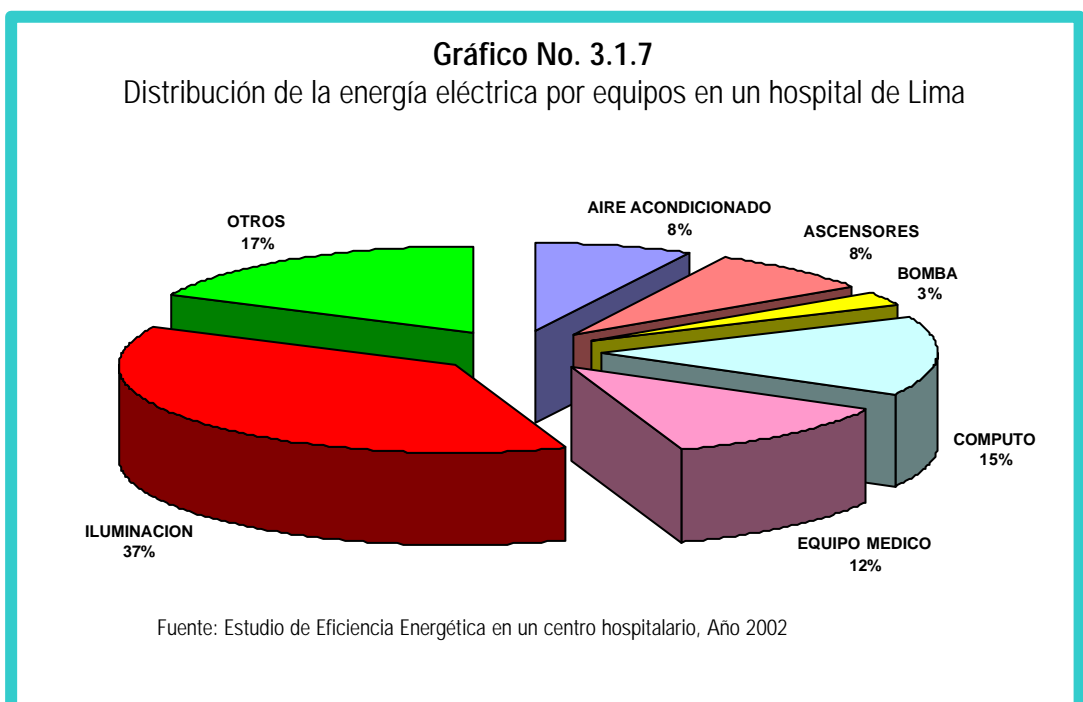
3.1.2.3. Distribución de los costos de energía eléctrica

En el **Gráfico No. 3.1.6** se aprecia la distribución de costos de la energía eléctrica en un hospital de Lima.



3.1.2.4. Distribución de consumos de energía eléctrica por equipos.

En el **Gráfico No. 3.1.7** se aprecia la distribución típica de la energía eléctrica por equipos de consumo en un hospital de Lima.



3.1.3. Instalaciones de vapor en asistencia médica

Las instalaciones de vapor de las asistencias médicas deben cumplir con las normas de seguridad recomendadas por la ASME 2004 B31.1 Tuberías y sistemas de vapor (2003). También existe una Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la Utilización de los Equipos de trabajo. Anexo K; elaborado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, donde tiene entre sus cometidos la elaboración de Guías destinadas a la evaluación y prevención de los riesgos laborales. Esta Guía ha contado con la colaboración de Osalan - Gobierno Vasco para su elaboración.

Para mayor información se puede obtener dicha guía en la página web:

http://www.empleaextremadura.com/siprevex/docs/relativos_equipo1.pdf .

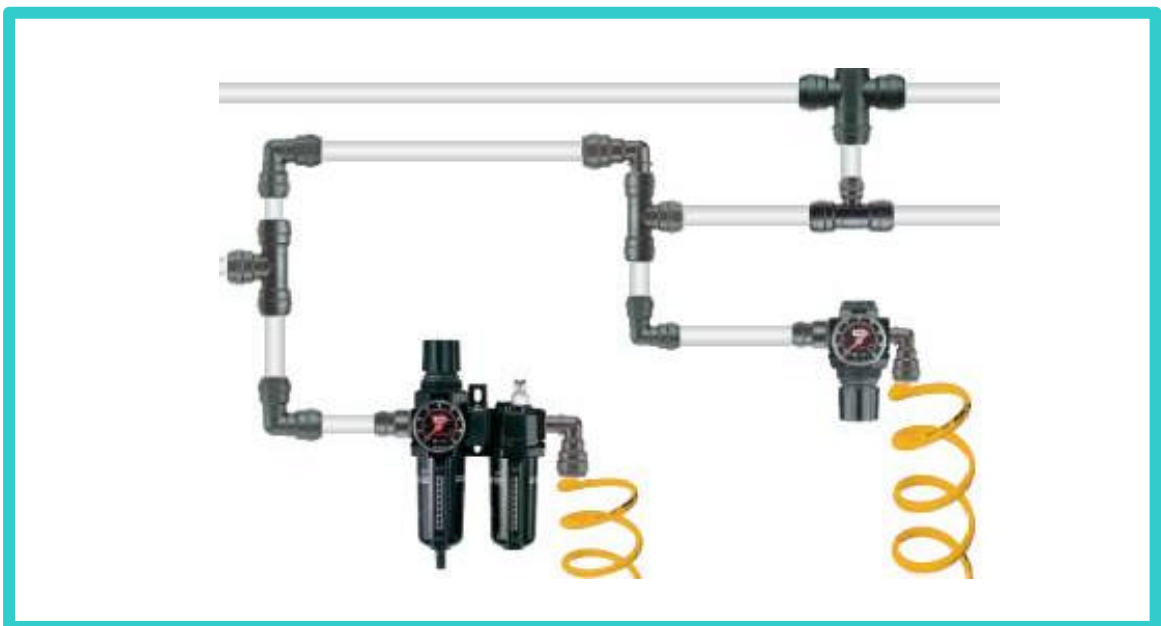
Existen también las normas UNE (europea), donde en el capítulo 9 se refiere a Equipos a presión: Calderas . Mayor información se obtiene de la página web:

<http://www.miliarium.com/Paginas/Normas/UNE/EquiposPresionCalderas.asp>

Asimismo, en el capítulo 3.3. sobre Generación y Distribución de Vapor, se detallará diversas acciones para optimizar su consumo.

3.1.4. Instalaciones de aire acondicionado en asistencia médica

Las instalaciones de aire comprimido deben cumplir con las normas de seguridad, basadas en las normas ANSI B31.1 Instalación de sistemas de aire comprimido (1998). Al instalar un sistema de tubería de aire comprimido se recomienda hacer referencia a la guías prácticas de universidades e institutos técnicos con relación a los sistemas de aire comprimido.





3.2. SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

3.2.1. Transformadores

El transformador es un artefacto que cambia la energía eléctrica de corriente alterna de un nivel de voltaje, mediante la acción de un campo magnético. Consiste en dos o más bobinas de alambre envueltas alrededor del núcleo ferromagnético común. Estas bobinas no están conectadas directamente, la única conexión entre las bobinas es el flujo magnético común presente dentro del núcleo.

Cuando se compra un transformador, generalmente no se evalúan las pérdidas. Se asume que las pérdidas no son significativas, lo cual no es así y para adquirir un transformador hay que tener en cuenta su eficiencia, puesto que es un equipo que estará conectado permanentemente, por lo tanto si es ineficiente habrán pérdidas constantes y pérdidas que dependan de la carga.

Pérdidas en el hierro

- ✓ Por corrientes parásitas
- ✓ Por histéresis

Pérdidas en el cobre

Debido a la resistencia en las bobinas primarias y secundarias del transformador. Ellas son proporcionales al cuadrado de la corriente en dichas bobinas. (ver **Tabla No. 3.2.1** y **Tabla No. 3.2.2**)

Tabla No. 3.2.1

Típico costo inicial y pérdidas en un transformador de 315 kVA

Tipo	P. Hierro (W)	P. Cobre (W)	P. total (kW)	Precio (\$)
Estándar	735	4 800	5,5	7 900
De bajas pérdidas	380	4 780	5,2	10 600
Eficiente	145	4 770	4,9	11 600

Nota: Basado en el costo del pliego tarifario del 01/08/03 – Luz del sur , tarifa BT4, precio de la energía S/ 0,1232/kWh.

Tabla No. 3.2.2

Pérdidas en el tiempo

Tipo	Consumo día (S/.)	Consumo mes (S/.)	Consumo año (S/.)	Consumo año (\$.)
Estándar	16,37	490,98	5 973,55	1 706,7
De bajas pérdidas	15,26	457,71	5 568,84	1 591,1
Eficiente	14,53	435,98	5 304,43	1 515,6

Nota: Basado en el costo del pliego tarifario del 01/08/03 – Luz del sur , tarifa BT4, precio de la energía S/ 0,1232/kWh.



Los transformadores secos

Los transformadores secos son los que no utilizan líquidos aislantes. La mayoría de los usuarios de transformadores del tipo seco son conscientes de los costos iniciales extras y acepta esto como el precio a ser pagado por la conveniencia mayor. Sin embargo son menos eficientes y pueden involucrar aumentos significativos en los costos de energía.



Ventajas:

- ✓ Los transformadores secos evitan los riesgos de incendio y contaminación presentes en los transformadores de aceite, por lo que su empleo se puede extender a hoteles, centros comerciales, etc.
- ✓ Mantenimiento mínimo. Olvídense del filtrado anual del aceite o de limpiar las fugas. El mantenimiento de los transformadores secos es mínimo.
- ✓ No contaminan el medio ambiente, no hay posibilidad de derrames de líquidos, no requieren drenaje para aceite, ni sistemas costosos contra incendio.
- ✓ Resistentes al fuego, autoextinguibles, no propagan la flama y no son explosivos.
- ✓ Estos aislamientos no absorben humedad, por lo que los transformadores secos conservan permanentemente una alta resistencia óhmica aún en medios ambientes extremadamente húmedos, conservando siempre sus excelentes características dieléctricas
- ✓ Silencioso. El transformador seco trabaja cerca de las personas, por lo que su nivel de ruido debe estar debajo de los 46 - 60 dB según su capacidad.

3.2.2. Sistema de distribución de energía eléctrica

Mientras se están considerando instalaciones y equipos más eficientes las pérdidas de energía por sub dimensionamiento de conductores son frecuentemente ignoradas.

Si se instalan cables con el tamaño mínimo permitido, las pérdidas de energía pueden ser muy significativas. Entonces, es necesario considerar cuanto se ahorra si se evitan las pérdidas de energía a lo largo de la vida útil del conductor.

3.2.2.1. Criterios de selección

Criterio tradicional

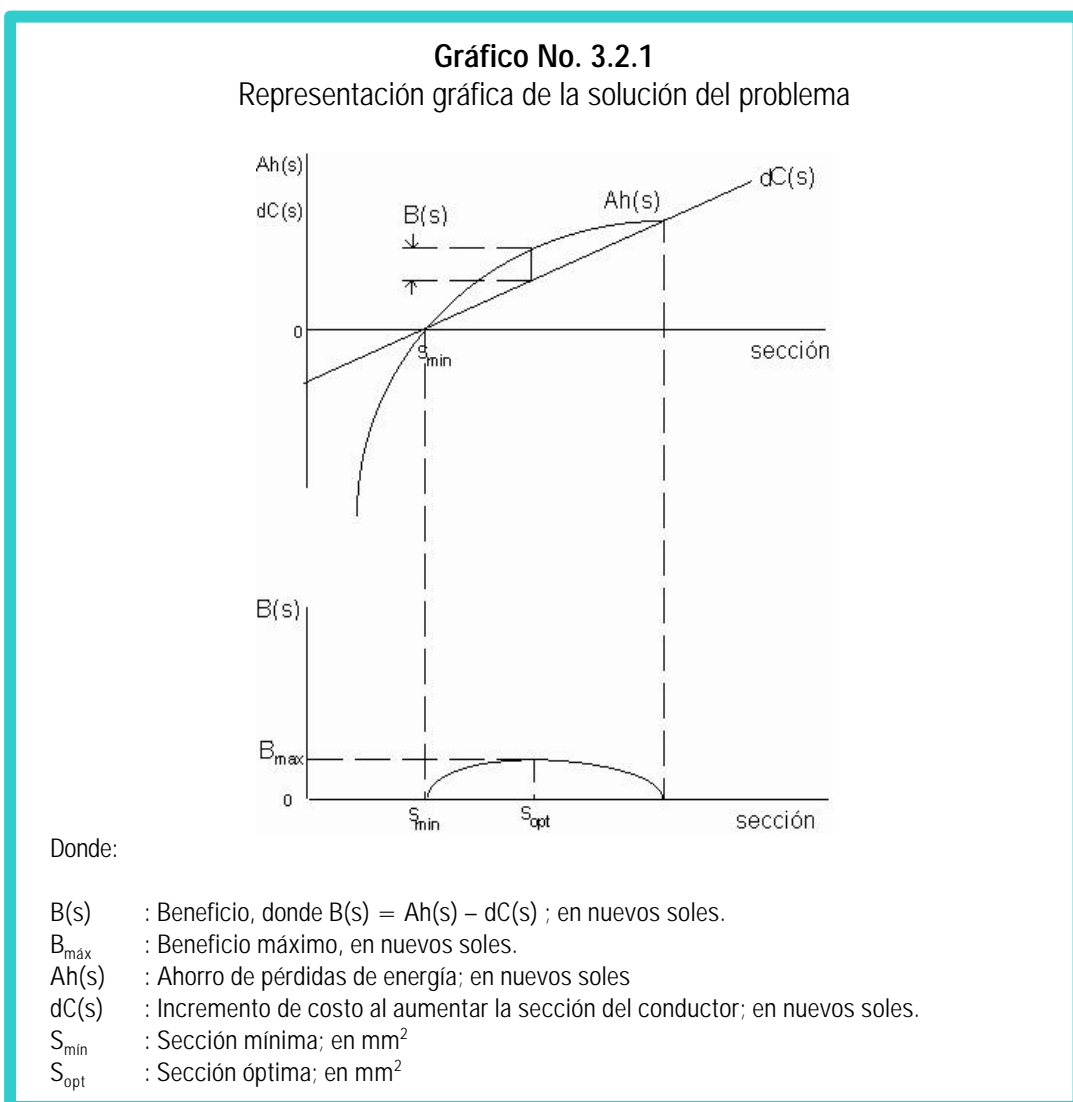
Tradicionalmente se utiliza el criterio de minimizar el costo en la compra de los conductores eléctricos. Esto se logra escogiendo el conductor de menor sección que le permita resistir las condiciones extremas esperadas, es decir, cuya corriente máxima sea mayor que la corriente máxima del proyecto. También se considera como exigencia un máximo de caída de tensión en el extremo de la carga. Esto determina la

existencia de una sección mínima impuesta por dichas condiciones de carga, instalación, caída de tensión máxima y las características del conductor.

Criterio de eficiencia energética

La sección del conductor incide directamente en las pérdidas de energía y en el costo del mismo. Es posible obtener una sección óptima que mediante un aumento en los ahorros por reducción de las pérdidas de energía compensa los costos por aumento de la sección. El **Gráfico No. 3.2.1** muestra la solución gráfica de este problema.

Por lo tanto, con el criterio de eficiencia energética, lo que se pretende evaluar es la conveniencia de usar una sección mayor que S_{min} y, si es así, cuántos valores estándares mayor que el mínimo.



En el **Gráfico No. 3.2.1** se aprecia en el cuadrante superior que el área encerrada entre el incremento de costos (dC); y los ahorros de pérdidas en el conductor (Ah); representa los beneficios obtenidos (B). Mientras que en el cuadrante inferior se



aprecia la curva de beneficios, donde se obtiene el beneficio máximo ($B_{m\acute{a}x}$), y la sección óptima (S_{poi}).

3.2.2.2. Selección de la sección del conductor

El criterio de selección indica que, para una tasa de descuento y horizonte de estudio predeterminados, se debe escoger aquella sección, mayor o igual a la mínima, que maximiza el beneficio y, además, cuyos tiempo de recuperación de capital (TRC) y tasa interna de retorno (TIR) están dentro de rangos considerados aceptables por el usuario.

En la **Tabla No. 3.2.3** se aprecian los cálculos de pérdidas eléctricas en conductores. El detalle de los cálculos se pueden obtener del Código Nacional Eléctrico (CNE) de la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas, Tomo V, sistemas de utilización (se encuentra disponible en la página web www.minem.gob.pe)

Tabla No. 3.2.3
Cálculos de pérdidas eléctricas en conductores

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVA No. 1	ALTERNATIVA No. 2	ALTERNATIVA No. 3	ALTERNATIVA No. 4	
Distancia (m)	50,00	50,00	50,00	50,00	
Potencia (kW)	50,00	50,00	50,00	50,00	
Corriente (A)	164,00	164,00	164,00	164,00	
Cable CAI (mm ²)	25,00	35,00	50,00	70,00	Secciones nominales
Resistencia C.A. (ohm/km)	0,85	0,61	0,45	0,31	
Pérdidas de potencia (kW)	3,42	2,47	1,82	1,26	
Pérdidas de energía (kWh)	6 840,00	4 940,00	3 640,00	2 520,00	167 horas/mes 2000 horas/año
Costo de pérdidas anuales					
Potencia horas punta (US \$)	834,48	602,88	444,08	307,44	20,32 US \$/kW-mes
Energía horas punta (US \$)	506,16	365,56	269,36	186,48	0,074 US \$/kWh
Total pérdidas horas punta (US \$)	1 340,64	968,44	713,44	493,92	
Diferencia anual de pérdidas horas punta (US \$)		372,20	627,20	846,72	
Potencia fuera de punta (US \$)	540,36	390,26	287,56	199,08	13,21 US \$/kW-mes
Energía fuera de punta (US \$)	273,60	197,60	145,60	100,80	0,040 US \$/kWh
Total pérdidas horas fuera de punta (US \$)	813,96	587,86	433,16	299,88	
Diferencia anual de pérdidas horas fuera de punta (US \$)		226,10	380,80	514,08	
Diferencia costo de conductores (US \$)		133,35	333,38	600,08	Costo promedio del mercado
Recuperación hora punta		4,30 meses	6,38 meses	8,51 meses	
Recuperación hora fuera de punta		7,08 meses	10,50 meses	14,00 meses	

NOTA:
El cable CAI es en base a la norma IEC (International Electrotechnical Commission)
El costo de la energía, es el promedio ponderado del costo en el Perú.



3.3. GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR

Los dos equipos de combustión de mayor uso en las instalaciones de un hospital son calderas de vapor y de agua caliente. Estas son usadas para transferir energía de un combustible a un fluido que transporta calor a diferentes temperaturas, ya sea para proceso o calentamiento en diferentes formas.

La experiencia ha demostrado que la gran mayoría de calderas trabajan con eficiencias térmicas menores a la máxima alcanzable, que según el estado de la tecnología en Latinoamérica y del tipo de combustible usado, es más o menos la siguiente (calderas de vapor) :

- ✓ Calderas pirotubulares estándar de 3 pasos (1000 BHP) : 80 – 83 %
- ✓ Calderas acuotubulares sin recuperador de calor (1000 BHP) : 78 – 80 %

En un sistema conjunto de generación–distribución, el uso ineficiente de la energía puede significar un aprovechamiento tan bajo como el 30% de la energía aportada al sistema por el combustible en la caldera (sistemas de vapor), en lugar del 70% como podría ser un sistema optimizado.

TÉCNICAS DE AHORRO DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE VAPOR

Existe un gran número de técnicas para incrementar la eficiencia en sistemas de vapor y agua caliente, desde la etapa de generación de vapor en calderas hasta el consumo en los usuarios, lo que implica reducir el consumo de combustible para generar la misma cantidad de vapor o calentar la misma masa de agua; obteniendo por lo tanto un costo mínimo de producción de calor en la planta y menores emisiones de gases contaminantes a la atmósfera (SO_2 , NO_x , CO).

A continuación se describen las técnicas de ahorro que serían más aplicables a los sistemas de vapor en los hospitales algunos de los cuales son también aplicables en los sistemas de agua caliente.

3.3.1. Regular el exceso de aire

El control del exceso de aire es una de las técnicas más efectivas para mejorar la eficiencia de una caldera con inversiones que pueden ser entre bajas y moderadas, dependiendo del sistema de control que se adopte.

Consiste en regular los flujos de aire (mediante la apertura del “damper” del ventilador) y combustible (mediante la válvula de ingreso al quemador) de tal manera que se mantenga una relación aire-combustible que logre un mínimo de exceso de aire (reflejado por la concentración de Oxígeno – O_2 en chimenea) a la potencia del quemador que se trabaje, y con una mínima producción de inquemados (básicamente hollín y monóxido de carbono – CO).



El nivel mínimo de exceso de aire a emplear depende del combustible usado y del tipo de quemador disponible. Para quemadores de tiro forzado y aire sin precalentar, los niveles de exceso de aire a conseguir mediante los ajustes del sistema de control serán los que se indican en la **Tabla No. 3.3.1**. En dicho cuadro también se indican los valores máximos de O₂, CO y opacidad de gases que corresponderían para dichos excesos de aire. Estos dos últimos valores corresponden a los inquemados y son inevitables en el proceso de combustión, pero no deben sobrepasar dichos valores máximos.

Tabla No. 3.3.1
Nivel recomendado de exceso de aire y otros parámetros⁽¹⁾

Combustible	Parámetro			
	Exceso aire (%)	O ₂ en chimenea (%)	CO en chimenea (ppm)	Opacidad de humos (Índice Bacharach)
Gas natural	10 máx	2,0 máx	50 máx	0
Diesel	20 máx	3,5 máx	200 máx	3 máximo
Residual	25 máx	4,0 máx	400 máx	4 máximo

(1) Estos valores pueden variar ligeramente

Fuente: Uso Racional de Energía: Manual para consultores y expertos, CDG – PAE/MEM, Perú, 1999, Cap. 2.

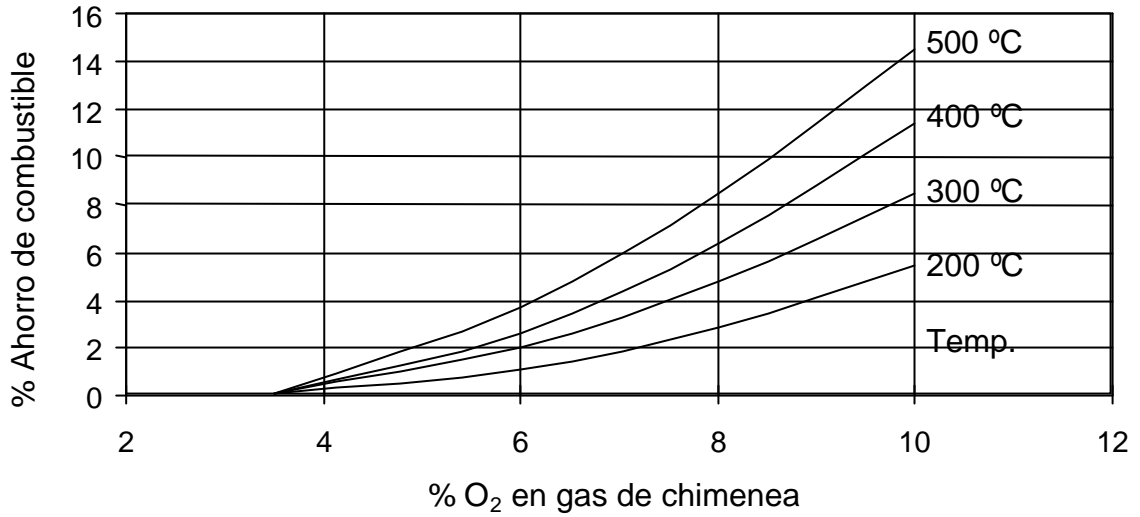
Para realizar un buen ajuste del exceso de aire, logrando una combustión adecuada, es necesario obtener una buena mezcla aire-combustible. Esto se consigue poniendo previamente el sistema de combustión a punto, es decir haciendo un mantenimiento exhaustivo a bombas, filtros, calentadores, válvulas de control, sistema de atomización, boquilla del quemador, cono refractario, difusor, entre otros. Sin ello no se logrará un buen ajuste del exceso de aire.

Asimismo es importante una limpieza de la caldera en el lado del agua y gases.

Los ahorros que se obtienen al reducir el exceso de aire pueden ser cuantiosos dependiendo del nivel de exceso encontrado. En el **Gráfico No. 3.3.1** y **Gráfico No. 3.3.2** se ilustra el ahorro de combustible obtenible al reducir el exceso de aire para dos tipos de combustibles, desde un valor dado de exceso de aire (reflejado por el % O₂ inicial) hasta el 20 ó 10% de exceso de aire, según corresponda.

Gráfico No. 3.3.1

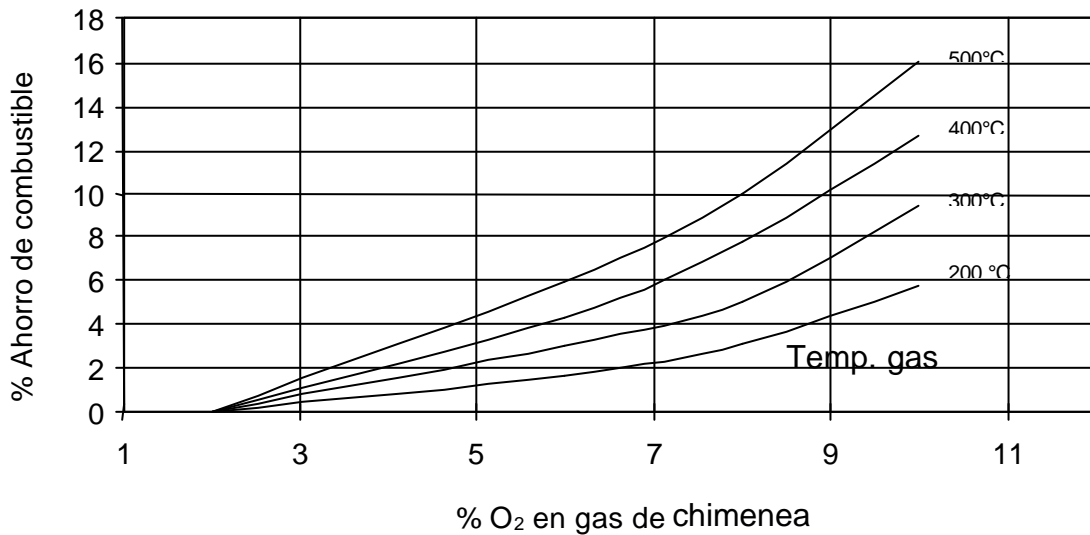
Ahorro de petróleo al reducir el exceso de aire al 20%



Fuente: Uso Racional de Energía: Manual para consultores y expertos, CDG – PAE/MEM, Perú, 1999, Cap. 2.

Gráfico No. 3.3.2

Ahorro de gas natural al reducir el exceso de aire al 10%



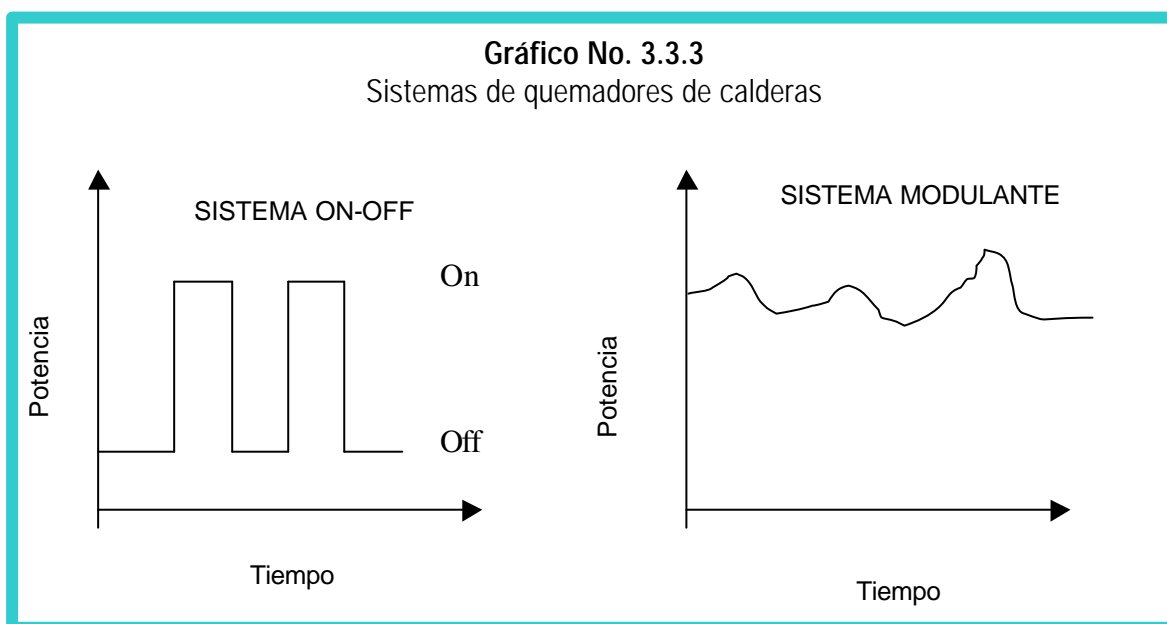
Fuente: Uso Racional de Energía: Manual para consultores y expertos, CDG – PAE/MEM, Perú, 1999, Cap. 2.

3.3.2. Reemplazar quemadores on-off por quemadores modulantes

El reemplazo de los sistemas de regulación on – off de la potencia del quemador por sistemas que modulan la potencia de acuerdo a la carga de la caldera (ver **Gráfico No. 3.3.3**), permiten no sólo reducir las altas temperaturas del gas, sino también las pérdidas de calor que se dan en el lapso de stand-by, así como las pérdidas de calor asociadas con la purga de gases calientes de la caldera antes y después de cada ciclo de fuego, las cuales podrían eliminarse al tener menor frecuencia de apagado del quemador.

El cambio de sistema de regulación puede permitir incrementar la eficiencia de una caldera con sistemas on-off desde un 75% a un 77% trabajando con sistema modulante.

La inversión requerida puede ser cuantiosa, lo cual debe ser analizado tomando en cuenta las horas de operación de la caldera y el consumo de combustible.

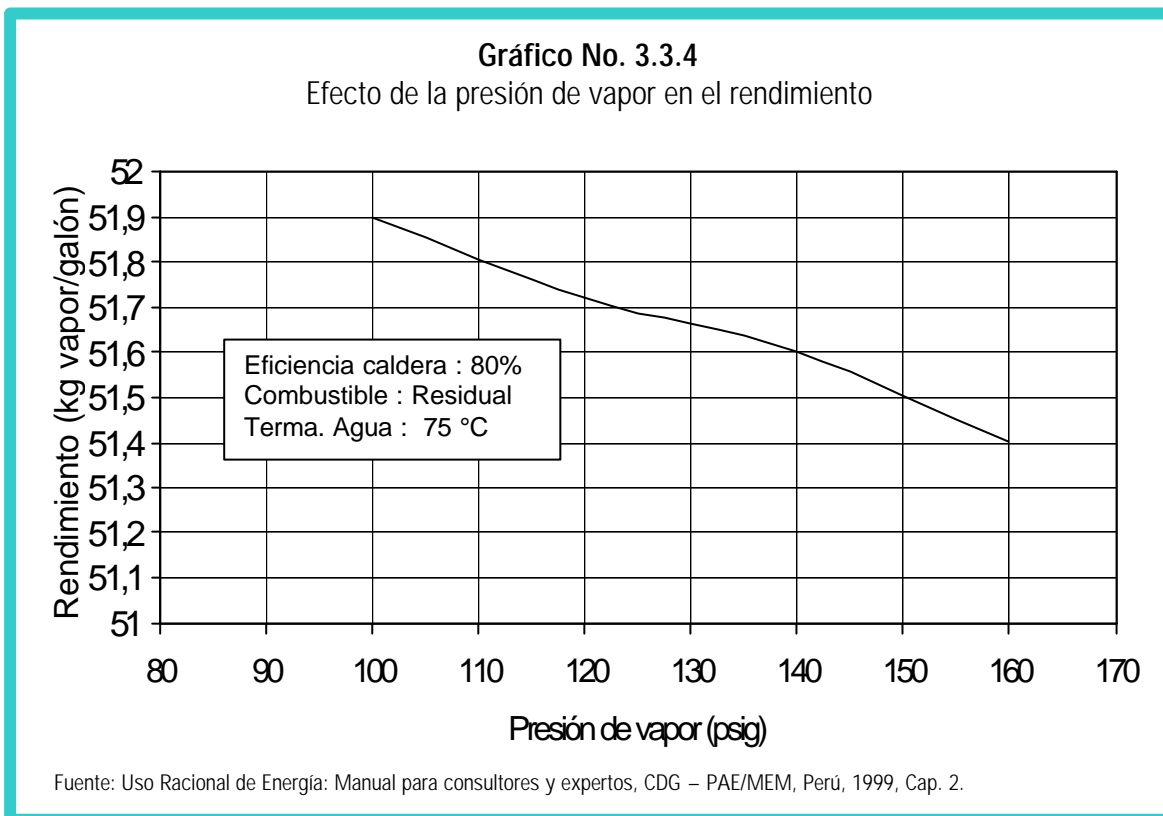


3.3.3. Reducir la presión del vapor

En términos generales a medida que la presión del vapor en una caldera se incrementa, también aumentan las pérdidas de energía debido a las altas temperaturas del gas de chimenea, mayores fugas de vapor, pérdidas de calor a través de las paredes en la caldera y tuberías de distribución y mayores pérdidas de vapor a través de trampas.

Considerando ello, a veces es posible reducir la presión de vapor a un nivel compatible con las necesidades de temperatura del usuario y con el diseño de las instalaciones de distribución de vapor, lo cual debe ser cuidadosamente estudiado. Si bien se pueden conseguir ahorros al reducir la presión del vapor, o mejorar el rendimiento de la caldera (ver **Gráfico No. 3.3.4**), pueden surgir otros problemas si la reducción es excesiva, tales como los que se enumeran a continuación :

- ✓ Incremento del arrastre de humedad en la caldera.
- ✓ Como el volumen específico del vapor (m^3/kg) se incrementa al reducir la presión, entonces pueden darse excesivas velocidades en las tuberías existentes.
- ✓ Funcionamiento inadecuado de trampas y algunos instrumentos sensibles a la temperatura.
- ✓ Menor transferencia de calor en los equipos usuarios de vapor.
- ✓ Pérdida de rendimiento en equipos accionados por vapor.



3.3.4. Reducción de la formación de depósitos

En una caldera pueden formarse depósitos tanto en el lado del agua como en el lado de los gases. En el primer caso los depósitos se forman por causa de un mal tratamiento del agua de alimentación a caldera, principalmente por un mal ablandamiento, es decir que el agua de aporte contiene todavía sales de Calcio y Magnesio que no fueron previamente removidas en su totalidad en los equipos de ablandamiento, depositándose en los tubos por efecto del calor.

Una calidad pobre del agua afecta la performance de la caldera de dos maneras:

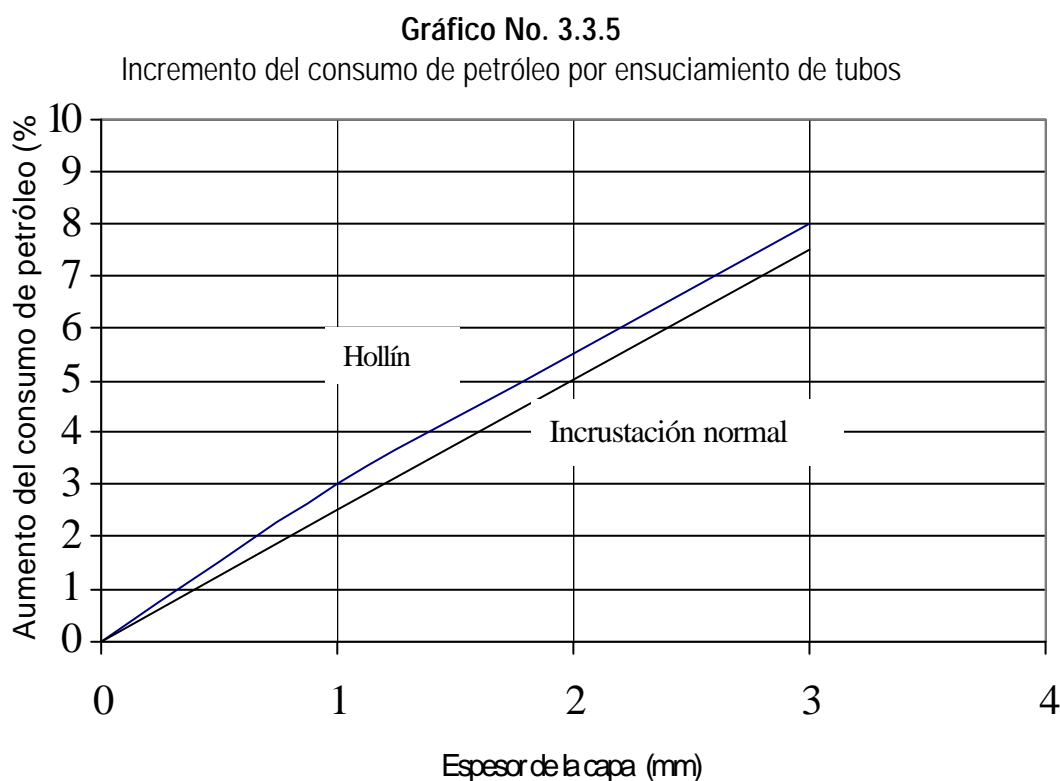
- ✓ Se requiere una mayor purga dando como resultado mayores pérdidas de calor.
- ✓ Los depósitos de sales (caliche) en los tubos, constituye una barrera a la transferencia de calor gases-agua, que provoca no sólo la elevación de la temperatura de los gases de chimenea, con la consiguiente pérdida de calor; sino también recalentamiento de tubos y posible falla de los mismos.

En el lado de los gases los depósitos de hollín se originan por una mala combustión del combustible, debido a una pobre mezcla aire-combustible o por defecto de aire. Cuando el hollín se deposita en los tubos, también actúa como una capa de aislamiento que reduce la transferencia de calor gases-agua.

El resultado global es que los gases salen de la caldera con alta temperatura y la eficiencia de la unidad se reduce, por no haberse aprovechado todo el calor de los gases. En el **Gráfico No. 3.3.5** se muestra cómo son las pérdidas de energía por efecto de dichos depósitos.

Es fácil darse cuenta cuándo una caldera manifiesta ensuciamiento de tubos, simplemente por elevación de la temperatura de gases de chimenea, Para calderas pirotubulares de 3 pasos (con exceso de aire normal), una temperatura por encima de 220°C en llama alta, ya es un indicio de que se están produciendo depósitos en los tubos.

Temperaturas de 350°C o más significa grave ensuciamiento y riesgos de daños para los tubos y placas de la caldera, por recalentamiento y excesiva dilatación.



Fuente: Uso Racional de Energía: Manual para consultores y expertos, CDG – PAE/MEM, Perú, 1999, Cap. 2.

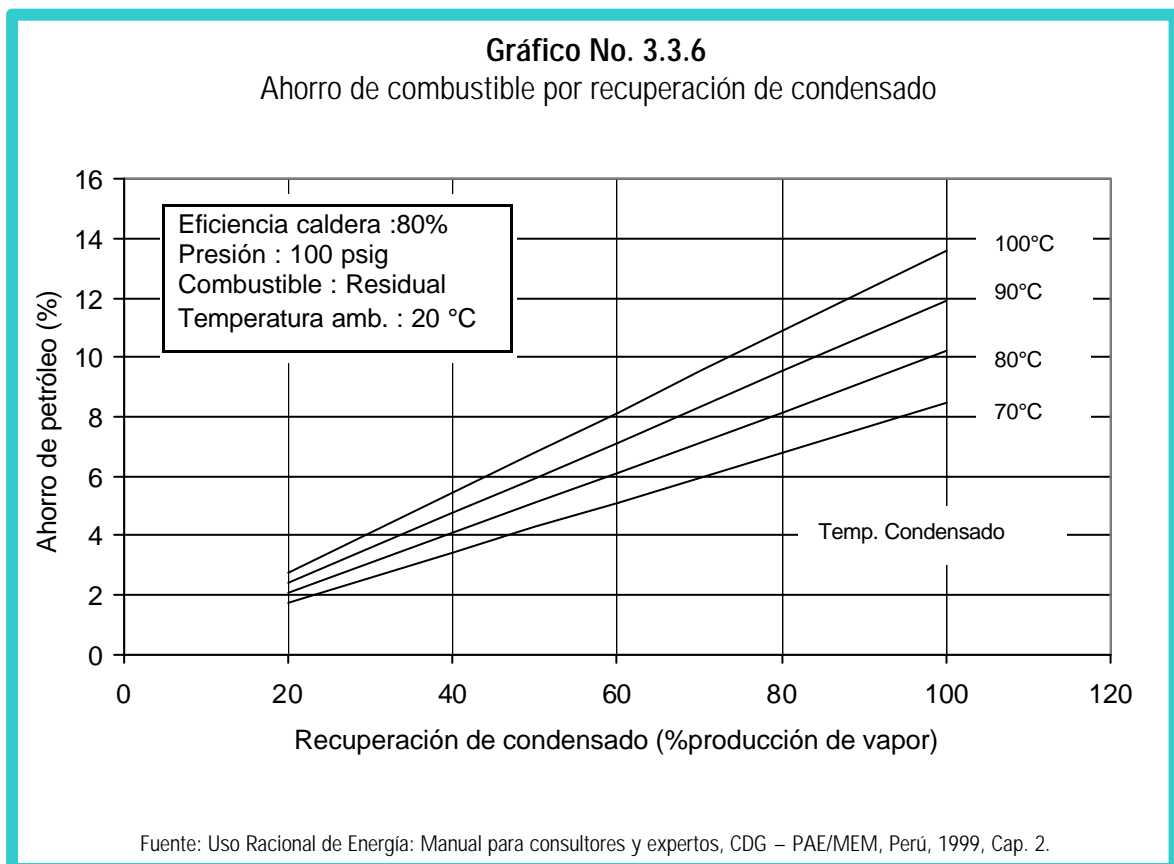
3.3.5. Recuperar condensados

La recuperación de condensados implica un ahorro de combustible en la caldera y menores costos de generación de vapor por las siguientes razones :

- ✓ El condensado normalmente retorna a una temperatura de 70 a 90 °C, lo cual significa que contiene una cantidad de calor que sino es aprovechada, tienen que ser aportada por el combustible para calentar el agua de alimentación hasta la misma temperatura.
- ✓ Si el condensado (que es esencialmente agua pura) se pierde; el agua de alimentación tiene que ser tratada, lo cual implica mayores gastos operativos por el tratamiento y el costo del agua misma.
- ✓ El agua de alimentación que reemplaza a un condensado no aprovechado contiene impurezas que incrementan el régimen de purga y las pérdidas de calor asociados a dicha purga.

Un factor adicional que favorece la recuperación de condensados es la protección del ambiente, ya que la descarga de fluidos calientes tiene un impacto negativo en los cuerpos receptores (ríos, lagos, etc.)

En el **Gráfico No. 3.3.6** se muestra cómo son los ahorros de combustible por la recuperación de condensado.



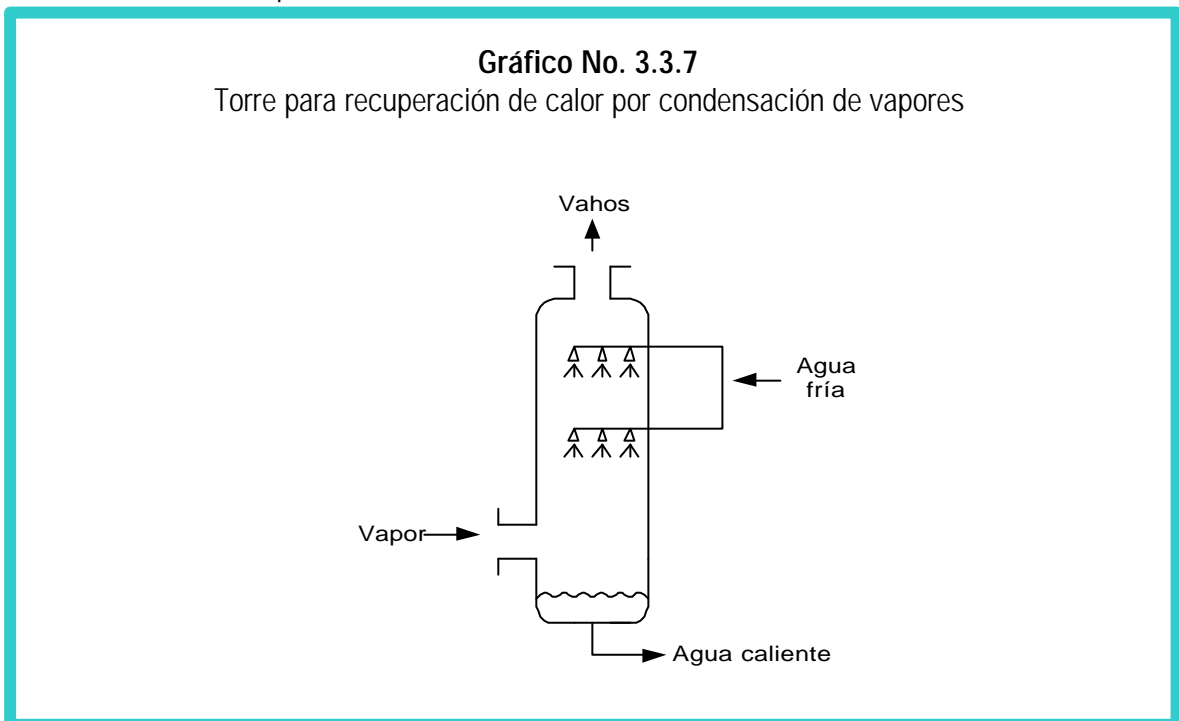
3.3.6. Uso del condensador de vapor por contacto

El condensador de vapor es un equipo que se utiliza para obtener agua caliente aprovechando los vapores residuales de baja, enfriándolos usualmente con agua fría.

En esencia está formado por un depósito cilíndrico vertical, con varias entradas y salidas:

- ✓ Entrada de agua refrigerante.
- ✓ Entrada vapor de baja presión.
- ✓ Salida de agua condensada.
- ✓ Salida de incondensables.

Dicho sistema de recuperación de calor se muestra en el **Gráfico No. 3.3.7**



En los condensadores de contacto el vapor de baja presión se pone en contacto con agua más fría, de tal forma que el vapor condensa y transfiere su calor latente al líquido, el cual eleva su temperatura.

El diseño de un condensador de vapor debe seguirse una serie de criterios que conducen a:

- ✓ Evitar demasiadas caídas de presión.
- ✓ Evitar arrastres de gotas de agua.
- ✓ Eliminar bolsas de aire.
- ✓ Utilizar agua tratada para evitar incrustaciones.

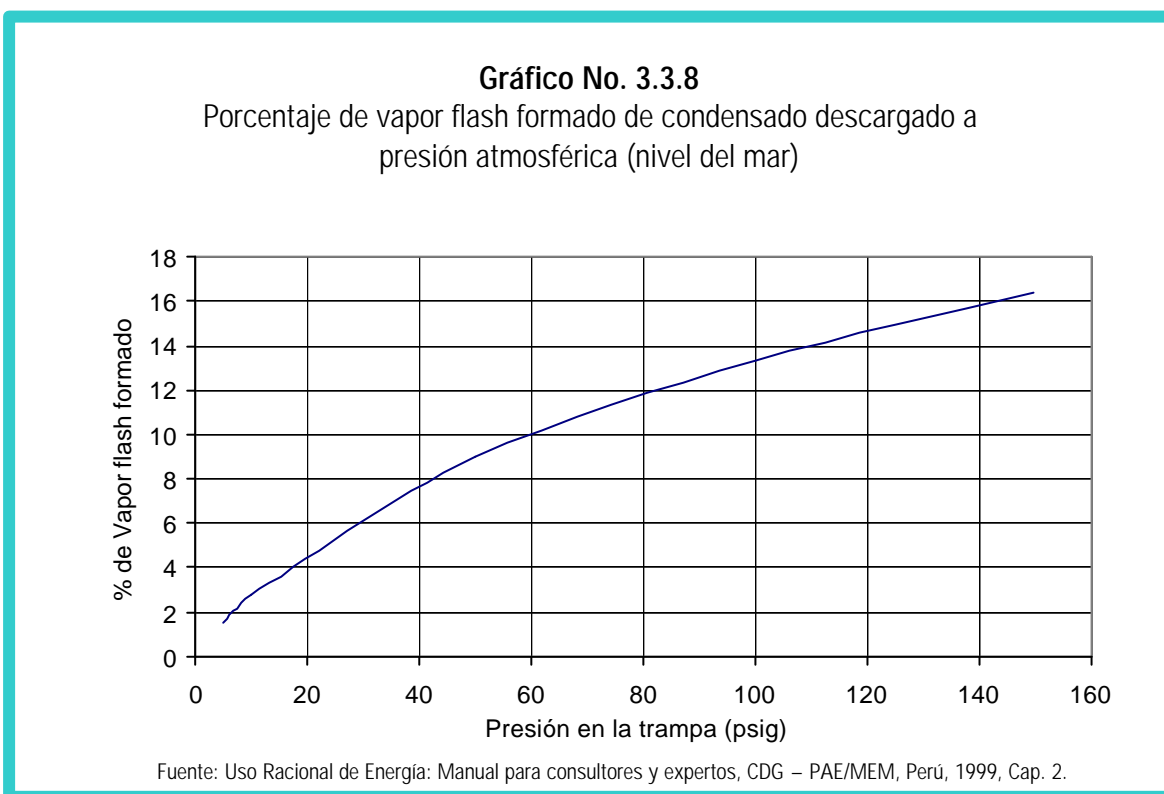
3.3.7. Usar vapor flash



Son muchas las plantas que utilizan grandes cantidades de vapor a distintos niveles de presión y no tienen en cuenta para nada el vapor de flash de los condensados.

El vapor flash ó revaporizado es un vapor con las mismas características que un vapor vivo y se forma cuando un condensado pasa de una presión a otra inferior. Parte de este condensado se convertirá en vapor a la misma temperatura que corresponda a la presión inferior. La cantidad de vapor flash obtenida será igual al exceso de calor latente del vapor a la presión inferior. El exceso de calor será la diferencia entre el calor sensible del condensado a la presión superior y el calor sensible a la inferior. Con esto conseguimos convertir en calor latente parte del calor sensible del condensado.

En el **Gráfico No. 3.3.8** se muestra una forma gráfica para calcular el porcentaje de vapor flash formado cuando un condensado a cierta presión (antes de la trampa de vapor u otro dispositivo) se expande a presión atmosférica.



El vapor flash se produce siempre que se reduce la presión del condensado; por ejemplo en trampas de vapor, purgas de calderas, etc.

Un ejemplo muy significativo de obtención de vapor flash es la recuperación de calor de las purgas de calderas. Por ejemplo en una caldera que trabaja a 100 psig, la temperatura del agua es de unos 170 °C, y cuando una parte de ésta se purga, produce vapor flash en una cantidad equivalente al 13% del agua purgada.

3.3.8. Reducción de fugas de vapor



Cualquier fuga de vapor en tuberías, equipos o accesorios, representa una pérdida de energía. En la **Tabla No. 3.3.2** se muestra cómo son las pérdidas de vapor en función a la longitud del penacho ó pluma de vapor visible, así como en función del tamaño del orificio a través del cual se produce la fuga. Esta Tabla nos permite ver la importancia de un buen programa de mantenimiento preventivo.

Tabla No. 3.3.2
Pérdidas de vapor por fugas

Según longitud del penacho de vapor		Según el tamaño de orificio (vapor a 100 psig)	
Longitud (m)	Kg/h	Orificio (pulg)	Kg/h
0,50	6	1/8	21
0,75	11	3/16	48
1,00	16	¼	77
1,25	26	3/8	186
1,50	38	½	318
1,75	66		
2,00	104		
2,25	161		

Fuente: Uso Racional de Energía: Manual para consultores y expertos, CDG – PAE/MEM, Perú, 1999, Cap. 2.

Este es un tema que debe ser objeto de campañas de sensibilización entre el personal, ya que a veces no se le presta la atención debida, ni se le da la importancia que realmente tiene. En todo hospital es necesario establecer un programa de reducción de fugas, para evitarlas cuanto antes e incluso no esperar a que el hospital tenga que prescindir del vapor.

3.3.9. Mantenimiento de trampas de vapor

En una red de distribución de vapor, el mal funcionamiento y deterioro de las trampas de vapor o purgadores puede producir pérdidas superiores al 10% del total producido por las calderas.

Es muy importante prestar la debida atención a dichos dispositivos, para lo cual se debe considerar lo siguiente :

- ✓ Selección del tipo adecuado de trampa para el servicio requerido.
- ✓ Diseño adecuado de las tuberías de drenaje de condensado.
- ✓ Uso de filtros de protección para las trampas.
- ✓ Revisiones periódicas del funcionamiento de trampas y limpieza de filtros.
- ✓ Establecer el mantenimiento necesario para conservar el sistema trabajando en las condiciones óptimas.



Por otro lado, también en las válvulas de bloqueo y by-pass de las trampas pueden haber fugas si están en mal estado; esto es si no cierran herméticamente o fallan en el cierre.

Una sola trampa mediana trabajando defectuosamente puede tener una pérdida de vapor de unos 20 kg/h, lo cual puede significar un consumo adicional de combustible en la caldera de 0,4 gal/h ó 2 800 gal/año, para compensar las pérdidas por la trampa (se ha considerado un rendimiento de 50 kg/gal en la caldera y una operación de 7 000 h/año).



En una red de vapor donde existen decenas de trampas, es fácil encontrar que un 20 a 30% de ellas presentan fugas de vapor, siendo lo admisible en la práctica un margen de fallas de un 5% como máximo. Ello puede significar para la empresa pérdidas cuantiosas de dinero por el mayor consumo de combustible, que con una pequeña inversión en mantenimiento y control, amortizable en la mayoría de los casos en menos de un mes, pueden suprimirse.

Las causas de las pérdidas de energía a través de trampas se pueden calificar en pérdidas directas y pérdidas indirectas.

Existen varios métodos para comprobar el funcionamiento de las trampas de vapor, tales como :

- ✓ *Método visual:* observación de la descarga de la trampa por un by-pass (no siempre es posible y hay que saber distinguir entre vapor vivo y vapor flash).
- ✓ *Control por mirillas en línea:* Tienen que estar bien ubicadas y mantenerse limpias. La mirilla de vidrio es sólo una ventana colocada en el lado de la descarga de la trampa, de tal forma que el flujo descargado pueda ser observado.
- ✓ *Control por medición de temperaturas antes y después de la trampa:* puede resultar engañoso en algunos casos. Es necesario complementarlo con otros métodos.
- ✓ *Método acústico:* chequeo por el sonido que produce el vapor ó condensado a su paso por la trampa. Es un buen método en muchos casos y si no hay interferencias, puede complementarse con otros métodos.

El monitoreo de trampas permitirá conocer periódicamente el estado de las trampas y de acuerdo a ello tomar acciones preventivas o correctivas. La periodicidad del monitoreo dependerá de las horas de funcionamiento del sistema de vapor, de la presión de trabajo, del modo cómo se opere el sistema, del diseño del mismo, etc. De acuerdo a ello la frecuencia puede variar de 2 a 4 veces al año. Para mayor información se recomienda visitar la página web:

<http://www.conae.gob.mx/programas/vapor/anexo3.doc>

3.3.10. Mejorar el aislamiento

Típicamente las calderas y sistemas de vapor en el país trabajan a una presión de 100 a 150 psig, lo cual significa que las instalaciones desnudas (equipos, tuberías, accesorios, etc). tiene temperaturas superficiales de 155 a 170 °C aproximadamente, por lo cual se crean gradientes



de temperatura con el aire exterior que producen intercambios de calor que se traducen en pérdidas de energía al ambiente, lo cual es mayor cuando las instalaciones están a la intemperie.

Sucede también con frecuencia que el aislamiento es retirado de las tuberías, válvulas y partes de las calderas, para fines de reparación y no es repuesto, dejando así superficies desnudas que constituyen no solo un riesgo para la seguridad de los trabajadores, sino también una pérdida de calor que produce condensación de vapor y merma de éste, lo cual tiene que ser compensado con mayor aporte de combustible en la caldera.

Para reducir las pérdidas de calor al ambiente es necesario que las superficies de tuberías, accesorios, equipos, etc., estén convenientemente aisladas, lo cual permitirá evitar que aproximadamente un 90% de la energía se pierda innecesariamente. El otro 10% se perderá inevitablemente, pues los aislamientos no son 100% eficaces.

La eficiencia y servicio de un aislamiento depende directamente de su protección a la entrada de humedad y del daño mecánico o químico, por lo tanto la selección de materiales para acabado de protección debe estar basada en las condiciones de la instalación.

Cualquiera sea el caso, al seleccionar un aislante para una determinada aplicación, deberán tomarse en cuenta las siguientes consideraciones :

- ✓ Tipo de aislante.
- ✓ Conductividad térmica.
- ✓ Emisividad del aislante.
- ✓ Temperatura de trabajo.
- ✓ Densidad.
- ✓ Característica higroscópica.
- ✓ Capacidad de secado rápido si absorbe humedad.
- ✓ Estabilidad (alteración de sus características térmicas).
- ✓ Resistencia a la combustión.
- ✓ Emisión de gases tóxicos en caso de combustión.
- ✓ Facilidad de colocación.
- ✓ Resistencia al daño y al deterioro.
- ✓ Resistencia a la deformación y contracción.
- ✓ Facilidad para recibir un acabado exterior superficial.
- ✓ No ser peligroso para la salud durante su instalación.

Para los sistemas de vapor a las presiones usuales en el país, es muchas veces suficiente y adecuado usar aislamiento de fibra de vidrio, la cual viene muchas veces en presentaciones preformadas listas para instalar, lo que aunado a su bajo peso y buenas características térmicas, significan bajos costos de instalación de aislamiento.

En las tablas del 3.3.3 al 3.3.7, se muestran ejemplos de ahorro que se podría encontrar en los sistemas de vapor de los hospitales.



En Calderas:

Tabla No. 3.3.3
Ahorro por regulación de combustión (*)

Item	Descripción	Unidad	Unidad S.I
1	Consumo de diesel 2	42 700 gal / año	161,62 m ³ / año
2	Eficiencia actual (medio)	80 %	80 %
3	Eficiencia mejorada (medio)	83 %	83 %
4	Ahorro de combustible	1 540 gal / año	5,83 m ³ / año
5	Ahorro económico	1 678 US \$ / año	1 678 US \$ / año

(*) Fuente: Auditoría energética Hospital de apoyo III Cayetano Heredia Piura ESSALUD

Tabla No. 3.3.4
Ahorro por mejora de aislamiento (*)

Item	Descripción	Unidad	Unidad S.I.
1	Calor dejado de perder	109 633 333 kcal/año	458 706 MJ / año
2	Poder Calorífico inferior D2	33 000 kcal/gal	138 MJ / año
3	Ahorro de combustible	2 990 gal/año	11,32 m ³ / año
4	Ahorro económico	3 260 US\$/año	3 260 US \$ / año

(*) Fuente: Auditoría energética Hospital de apoyo III Cayetano Heredia Piura ESSALUD

Tabla No. 3.3.5
Ahorro por mejora del retorno de condensado (*)

Item	Descripción	Unidad	Unidad S.I.
1	Calor perdido	21 094 560 kcal/año	88 259 MJ / año
2	Ahorro de combustible	640 gal/año	2,42 m ³ / año
3	Ahorro económico	697 US\$/año	697 US \$ / año

(*) Fuente: Auditoría energética Hospital de apoyo III Cayetano Heredia Piura ESSALUD

En Lavanderías:

Tabla No. 3.3.6
Ahorro por disminución de pérdidas de vapor (*)

Item	Descripción	Unidad	Unidad S.I.
1	Ahorro de combustible	770 gal/año	2,91 m ³ / año
2	Ahorro económico	839 US\$/año	839 US \$ / año



(*) Fuente: Auditoria energética Hospital de apoyo III Cayetano Heredia Piura ESSALUD

En Cocinas:

Tabla No. 3.3.7
Ahorro por mejora de operación en marmitas (*)

Item	Descripción	Unidad	Unidad S.I.
1	Pérdidas de vapor	48 060 kcal/año	201 MJ / año
2	Ahorro de combustible	1 068 gal/año	4,04 m ³ / año
3	Ahorro económico	1 164 US\$/año	1 164 US \$ / año

(*) Fuente: Auditoria energética Hospital de apoyo III Cayetano Heredia Piura ESSALUD

NOTA: Equivalencias del Sistema Internacional de Unidades (S.I.)

1 kilocaloría (kcal) = 4 184 Joules (J)

1 galón (gal) = 0,003785 metros cúbicos (m³)



3.4. REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

3.4.1. Aire acondicionado

El acondicionamiento del aire es el proceso que enfría, limpia y circula el aire, controlando, además, su contenido de humedad. En condiciones ideales se logra todo esto de manera simultánea.

3.4.1.1. Características de un sistema de aire acondicionado

Las características principales de un sistema de aire acondicionado son las siguientes:

- ✓ *Temperatura:* La temperatura de confort recomendada para el verano se sitúa en 25 °C, con un margen habitual de 1 °C.
- ✓ *Humedad relativa:* Es la relación que existe entre la cantidad de agua que contiene el aire, a una temperatura dada, y la que podría contener si estuviera saturado de humedad.
- ✓ *Movimiento del aire:* El aire de una habitación nunca está completamente quieto. Por la presencia de personas y por efectos térmicos, no se puede hablar de aire en reposo. Todo ello trae consigo un movimiento del volumen de aire que está dentro del ambiente.
- ✓ *Limpieza del aire:* El ser humano, en la respiración, consume oxígeno del aire y devuelve al ambiente anhídrido carbónico, otros gases diversos, vapor de agua y microorganismos. Por estas razones, se impone la renovación del aire y su limpieza o necesidad de filtrarlo.

3.4.1.2. Componentes del equipo de acondicionamiento

El sistema está compuesto de: condensador, compresor, expansor y evaporador. Están unidos por una tubería de cobre por donde circula el fluido frigorígeno.

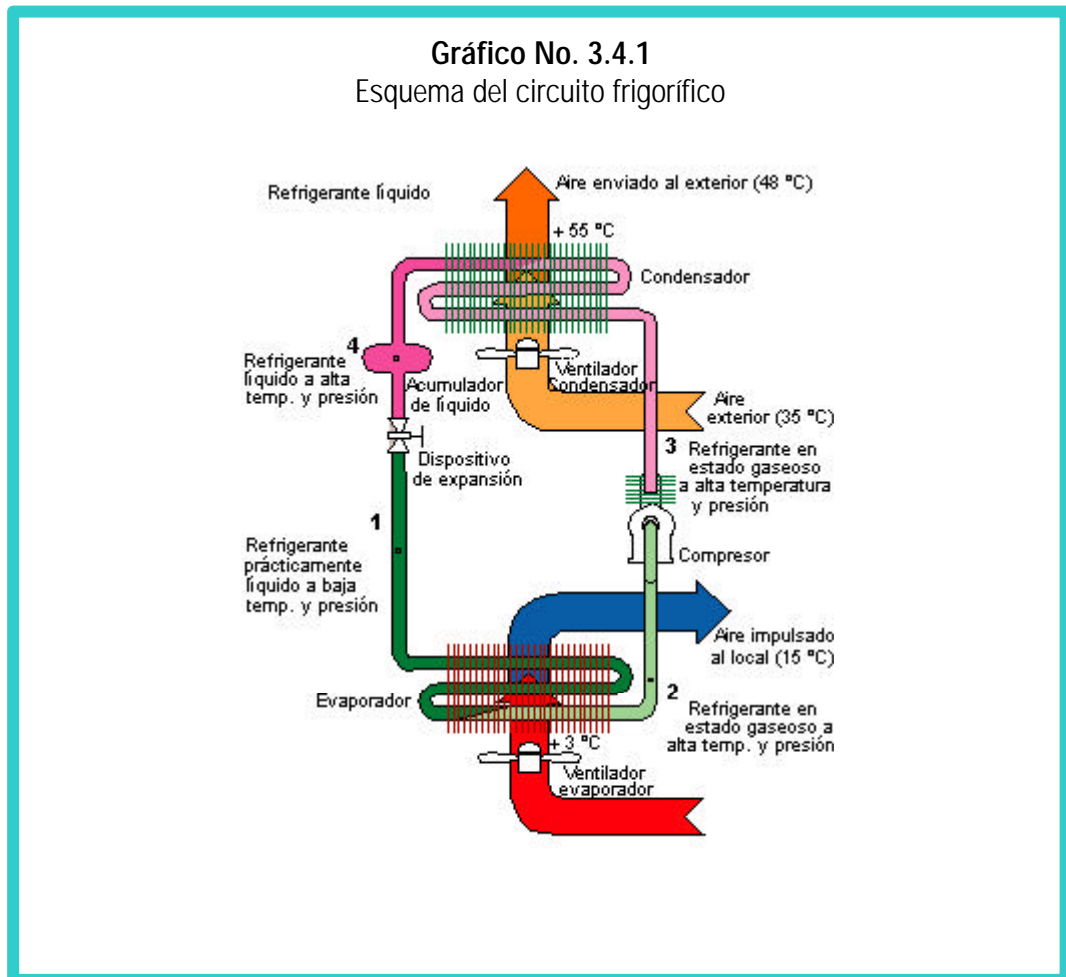
- ✓ *Compresor:* Recibe el fluido como gas por la tubería llamada línea de aspiración, lo comprime, le añade calor y presión, y lo envía por la línea de descarga al condensador en forma de gas caliente recalentado a alta presión.
- ✓ *Condensador:* Pierde primero el calor, se satura hasta que se condensa totalmente. Una vez condensado se licua y enfría a través de la línea de líquido hasta el control de flujo (expansor).
- ✓ *Expansor (elemento de control del flujo):* Es un tubo capilar o una válvula de expansión. Forzado a través de esta restricción, pasa a un espacio donde se mantiene a baja presión y se expande formando una mezcla de líquido y vapor.
- ✓ *Evaporador:* Congelador de la nevera. Otro serpentín, por donde a medida que avanza se evapora y absorbe para ello calor de las paredes de los tubos y aletas que lo contienen hasta vaporizarse completamente, siendo posteriormente aspirado y recalentado por el compresor.

Otros elementos del sistema de aire acondicionado son:

- ✓ *Separador de líquido*: evita que entren gotas en el compresor.
- ✓ *Filtro de aire*: de él depende la eficacia del sistema.
- ✓ *Torre de enfriamiento*: refrigera el agua.
- ✓ *Refrigerante*: portador de energía con propiedades adecuadas que permiten una transferencia de calor eficiente, entre ellos tenemos principalmente a los freones.

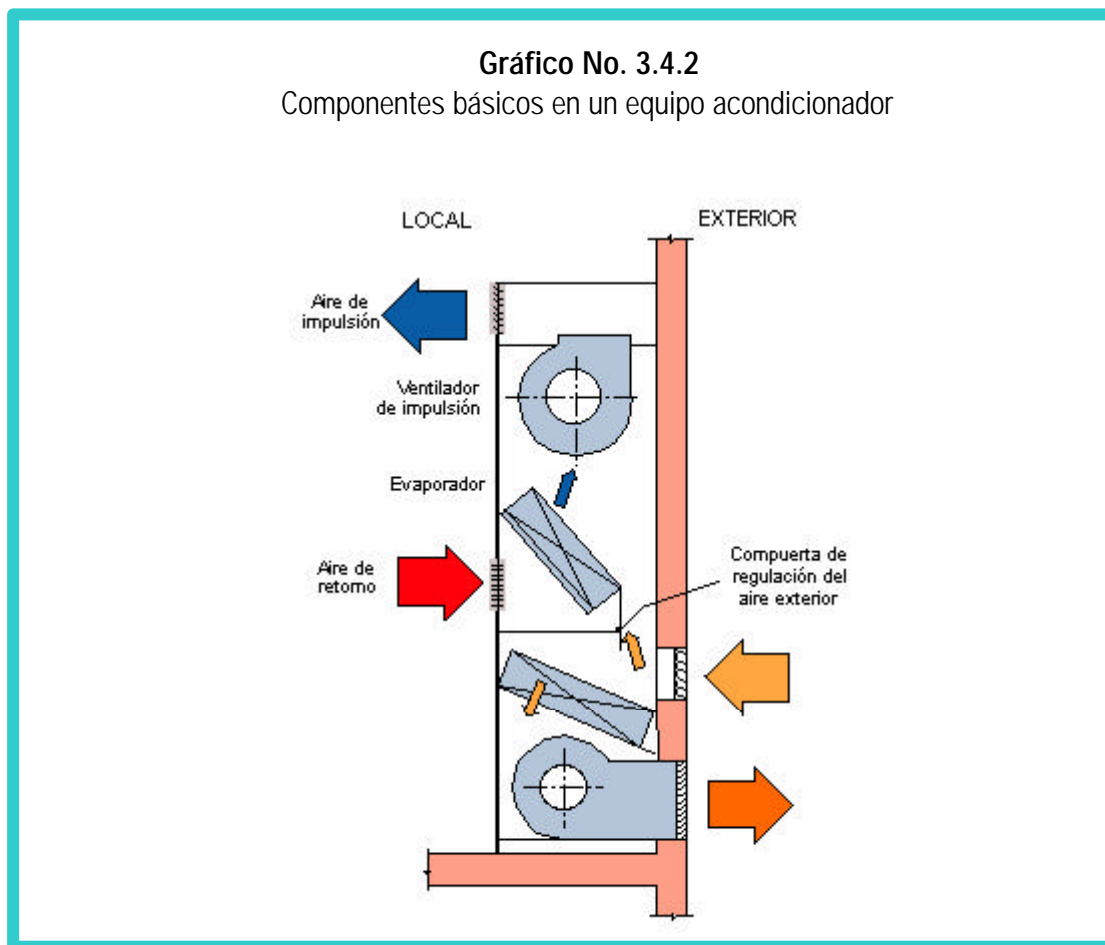
3.4.1.3. Esquema del circuito frigorífico

Todos los componentes de circuito frigorífico aparecen ensamblados en el **Gráfico No. 3.4.1**.



En el **Gráfico No. 3.4.2** se presenta un equipo acondicionador con los componentes básicos integrados.

Gráfico No. 3.4.2
Componentes básicos en un equipo acondicionador



3.4.1.4. Tipos de Equipos

Existen equipos acondicionadores condensados por aire y condensados por agua. En esta descripción se incluyen únicamente los condensados por aire.

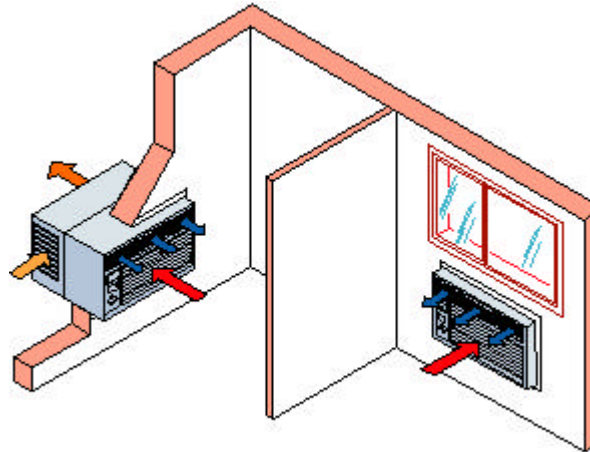
Asimismo, los equipos pueden ser compactos y partidos. Los primeros constan de una sola unidad, mientras que los partidos están formados por dos o más unidades.

En cuanto al servicio que prestan, los equipos se denominan unitarios, si se trata de equipos independientes en cada habitación, o individuales, cuando un solo equipo atiende a todo el local.

Acondicionador de ventana

Es un equipo unitario, compacto y de descarga directa. Normalmente se coloca uno por habitación o, si el local es de gran superficie, se colocan varios según las necesidades. (ver **Gráfico No. 3.4.3**)

Gráfico No. 3.4.3
Acondicionador de ventana

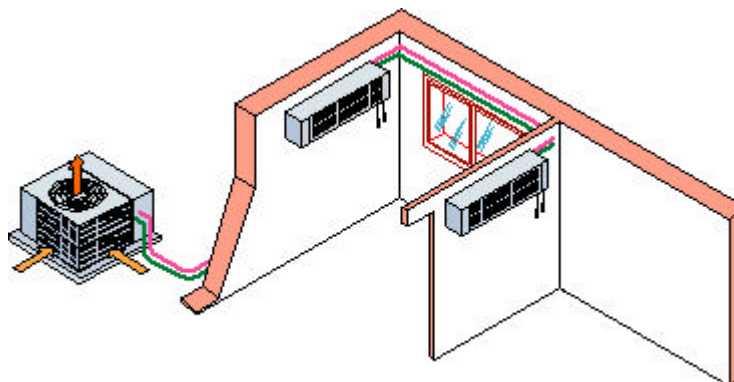


Equipos partidos (split o multi – split)

Son equipos unitarios de descarga directa. Se diferencian de los compactos en que la unidad formada por el compresor y el condensador va al exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior. Ambas unidades se conectan mediante las líneas de refrigerante.

Con una sola unidad exterior, se puede instalar una unidad interior (sistema split) o varias unidades interiores (sistema multi – split). Las unidades interiores pueden ser de tipo mural, de techo y consolas, y todas ellas disponen de control independiente. (ver **Gráfico No. 3.4.4**)

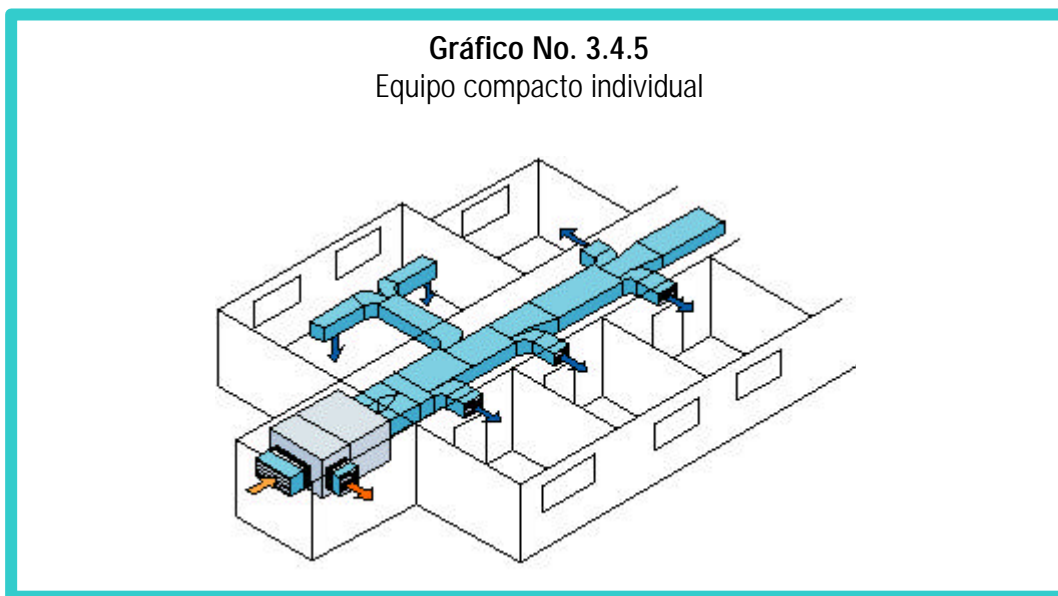
Gráfico No. 3.4.4
Equipos partidos (split o multi – split)



Equipo compacto individual

Es un equipo de descarga indirecta, mediante red de conductos y emisión de aire a través de rejillas en pared o difusores en techo.

El equipo necesita una toma de aire exterior. Se puede colocar en un falso techo o en un armario, existiendo modelos horizontales y verticales. (ver **Gráfico No. 3.4.5**)



3.4.2. El Chiller o sistema de agua helada

Consiste en una unidad central o más que genera agua a temperaturas de aproximadamente 7 °C, la cual es distribuida por medio de tuberías a los ambientes necesarios.

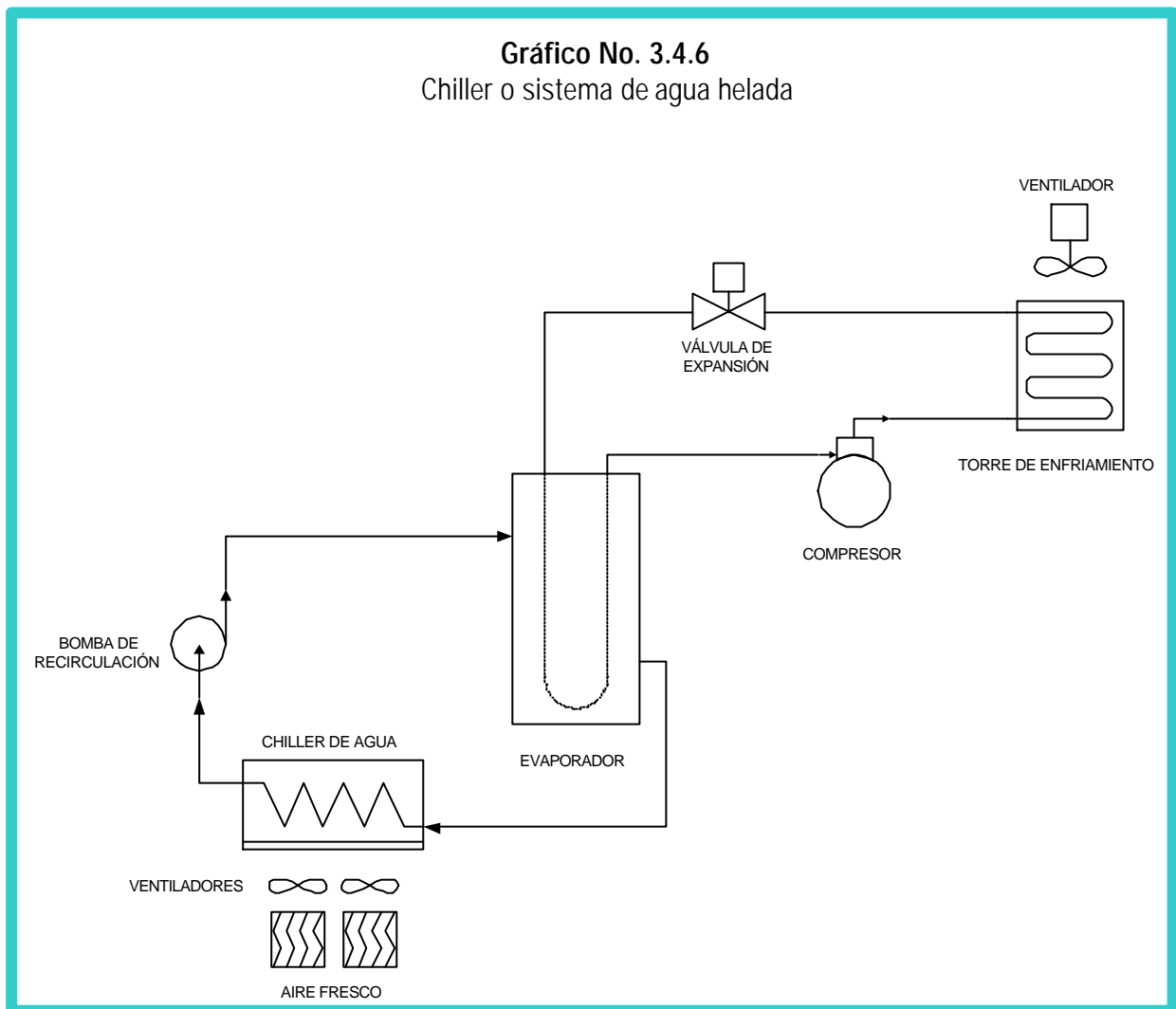
Estas unidades están compuestas por cuatro elementos principales que son: el evaporador, el condensador, el elemento expansivo o válvula de expansión, y el compresor.

La unidad absorbe el calor generado en los ambientes del edificio por medio del evaporador que es un intercambiador de calor donde circula agua fría por un lado, y refrigerante por el otro. El agua sale del evaporador a 7 °C aprox., y regresa a 12 °C. Este último diferencial de temperatura, se debe a la absorción de la carga térmica de los ambientes.

El gas refrigerante sale del evaporador hacia el compresor que aumenta su presión para llevarlo al condensador, donde el refrigerante se condensa en un intercambiador de calor, que puede utilizar agua o aire como medio de condensación.

Un Chiller o sistema de agua helada lo apreciamos en el **Gráfico No. 3.4.6**

Gráfico No. 3.4.6
Chiller o sistema de agua helada



3.4.3. Uso eficiente de energía en sistemas de aire acondicionado

El uso eficiente de energía en sistemas de aire acondicionado lo podemos considerar de dos formas:

- ✓ Acciones de nula o mínima inversión
- ✓ Inversión programada

3.4.3.1. Acciones de nula o mínima inversión.

- Desconectar el aire acondicionado en áreas que no se ocupan.
- Empleo de termostatos para regular la temperatura del aire acondicionado.
- Emplear dispositivos de desconexión del aire acondicionado cuando las terrazas y/o ventanas se encuentren abiertas.



- Apague la iluminación y desconecte los aparatos eléctricos cuando estos no sean necesarios, ya que contribuyen a aumentar la carga térmica en el lugar.
- No debe estar bloqueada la succión de aire, de los ventiladores, procurando tener el espacio suficiente.
- Ubicar el termostato en zonas lejanas a fuentes de calor, ya que puede mandar señales de falta de enfriamiento, haciendo que trabajen más los equipos.
- Verificar que la temperatura de la zona a enfriar se encuentra en el rango de confort.
- Al reducir la temperatura por debajo de la temperatura de confort, esto aumenta los costos por concepto de energía.
- Flexibilidad de espacios interiores que permitan el empleo de la luz natural al máximo.
- Aproveche la iluminación natural, evitando así la ganancia de calor por la iluminación artificial.
- Sembrar y cuidar los árboles alrededor de los edificios; está demostrado que la sombra proporcionada por una serie de árboles reduce la transmisión de calor por radiación de la energía solar.
- Asegurarse que los aislamientos en tuberías y ductos para aire acondicionado estén en buen estado, eliminando fugas de aire.
- Reducir la infiltración por ventanas y puertas; sellándolas con tiras aislantes de espuma para evitar que se escape gran cantidad del aire acondicionado.
- Instale guardapolvos en las rendijas y aberturas de las puertas buscando obstruir la pérdida del aire acondicionado.
- Asegúrese de limpiar o reemplazar con regularidad los filtros del equipo de aire acondicionado. Los filtros tapados hacen que los aparatos trabajen de más, utilizando más energía para desempeñar el mismo trabajo.



3.4.3.2. Inversión programada

- Implementar sistemas de aislamiento térmico y circulación de aire.
- Sustituir los sistemas de iluminación por sus equivalencias más eficientes.
- Sustituir los equipos convencionales por equipos más eficientes; con el correspondiente cálculo de las necesidades de enfriamiento reales del inmueble.
- Si usted reemplaza su aparato de aire acondicionado central, asegúrese de que el contratista reponga el serpentín interior, así como la unidad condensadora exterior. De lo contrario, su unidad no funcionará con la eficiencia esperada.
- Utilizar aislantes con eficiencia comprobada en la superficie exterior de techos. Se ha podido comprobar que una capa de 25 mm de poliuretano aplicada en el techo reduce el consumo de energía eléctrica en aire acondicionado hasta en 29%, aunque es posible obtener resultados similares cubriendo el techo con pinturas especiales.



- Cubrir las ventanas con películas reflejantes. Una de las principales formas de ganancia de calor hacia el interior de un inmueble ocurre con la entrada de radiación solar a través de las ventanas; por ejemplo, un vidrio sencillo común transmite el 95% del total de energía solar que sobre él incide; es recomendable, por lo tanto, cubrir los cristales con películas de materiales reflejantes que limiten tal fenómeno, obteniendo reducciones que en el mejor de los casos la transmisión llega a ser de sólo 30%.

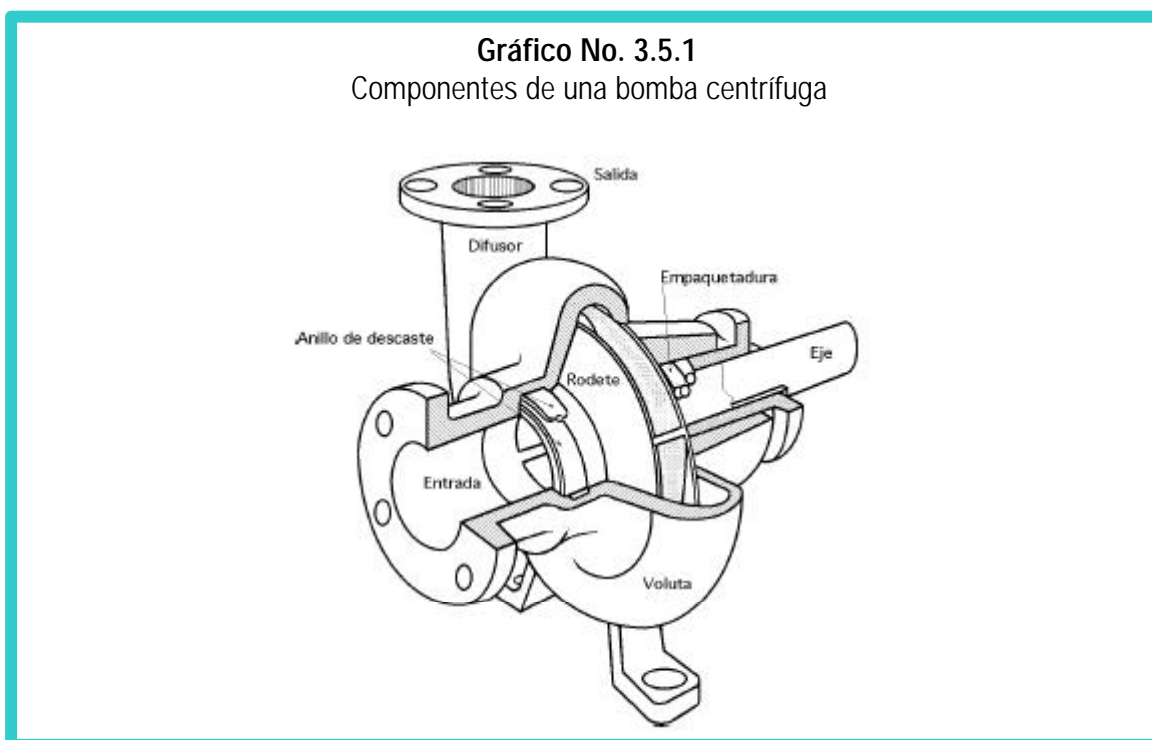
3.5. EQUIPOS DE BOMBEO DE AGUA

Existe una gran variedad de bombas, que se clasifican, de acuerdo con su principio de operación, en dos grandes rubros: las bombas dinámicas (centrífugas, axiales y tipos intermedios) y las bombas de desplazamiento positivo (reciprocantes y rotatorias). Las bombas dinámicas se utilizan para mover flujos grandes con bajas cargas; y las bombas de desplazamiento positivo cuando se mueven pequeños gastos a alta presión, de igual manera se tienen bombas que se utilizan para gastos intermedios como son las de pozo profundo. Existen también otros tipos de bombas para fluidos viscosos, como las de engranes o las de lóbulos. Sin embargo, solo nos enfocaremos en las bombas centrífugas y las bombas hidroneumáticas.

3.5.1. Bombas centrífugas

Las bombas centrífugas mueven un cierto volumen de líquido entre dos niveles; son pues, máquinas hidráulicas que transforman un trabajo mecánico en otro de tipo hidráulico. Los elementos constructivos de que constan son la tubería de aspiración, el impulsor o rodete, la carcasa o voluta y la tubería de impulsión.

En el **Gráfico No. 3.5.1** se aprecian los principales componentes de una bomba centrífuga típica.





3.5.2. Recomendaciones en bombas centrífugas

3.5.2.1. Bomba

- Revise los filtros de la bomba. Límpielos con frecuencia para evitar que las obstrucciones ocasionen sobrecargas que aumenten innecesariamente el consumo de energía.
- Verifique periódicamente (se recomienda cada tres meses); que no haya fugas en los empaques interiores. Estas últimas pueden ocasionar corrosión en la flecha, además de pérdidas.
- Revise periódicamente los rodajes y las bandas de la bomba y ajústelos o cámbielos cuando sea necesario.
- Revise el sistema de retorno de vacío para evitar que entre aire al sistema, ya que esto puede ocasionar que la bomba opere con menos eficiencia y durante más tiempo.
- Revise todo el sistema de bombeo y verifique que no existan fugas.

3.5.2.2. Motor

- Compruebe que no haya sobrecalentamiento del motor debido a algún problema funcional o a la falta de ventilación.
- Elimine las conexiones flojas y los falsos contactos en la instalación eléctrica.
- Mantenga limpio el motor y los rodajes engrasados y en buenas condiciones, para reducir la fricción y el torque excesivo, que pueden ocasionar sobrecalentamiento y pérdidas de energía.
- Revise la instalación eléctrica para comprobar que no existan condiciones de sobre o bajo voltaje en el motor.

3.5.2.3. Tuberías y accesorios

- Revise la instalación para verificar que no existen fugas, en especial en las uniones de los tramos de tubería. Los empaques viejos y gastados y las uniones flojas, pueden ocasionar fugas, las cuales darán por resultado un mayor consumo eléctrico.
- Revise los filtros que se colocan algunas veces a la entrada de la bomba, para evitar que se tapen y aumentan las pérdidas en el sistema.
- Cuando la tubería tenga tramo de diferentes diámetros que no cumplan con las velocidades recomendadas para el fluido que se esté manejando, lo cual reducirá las pérdidas en la tubería. De igual manera, cuando se tengan secciones formadas por la unión de varios tramos cortos, preferentemente cambiarlos por una tubería de una sola pieza.
- Evite la práctica de cerrar parcialmente una válvula para reducir el gasto del fluido, ya que ocasiona que la bomba funcione en condiciones desfavorables y consumo más energía eléctrica.

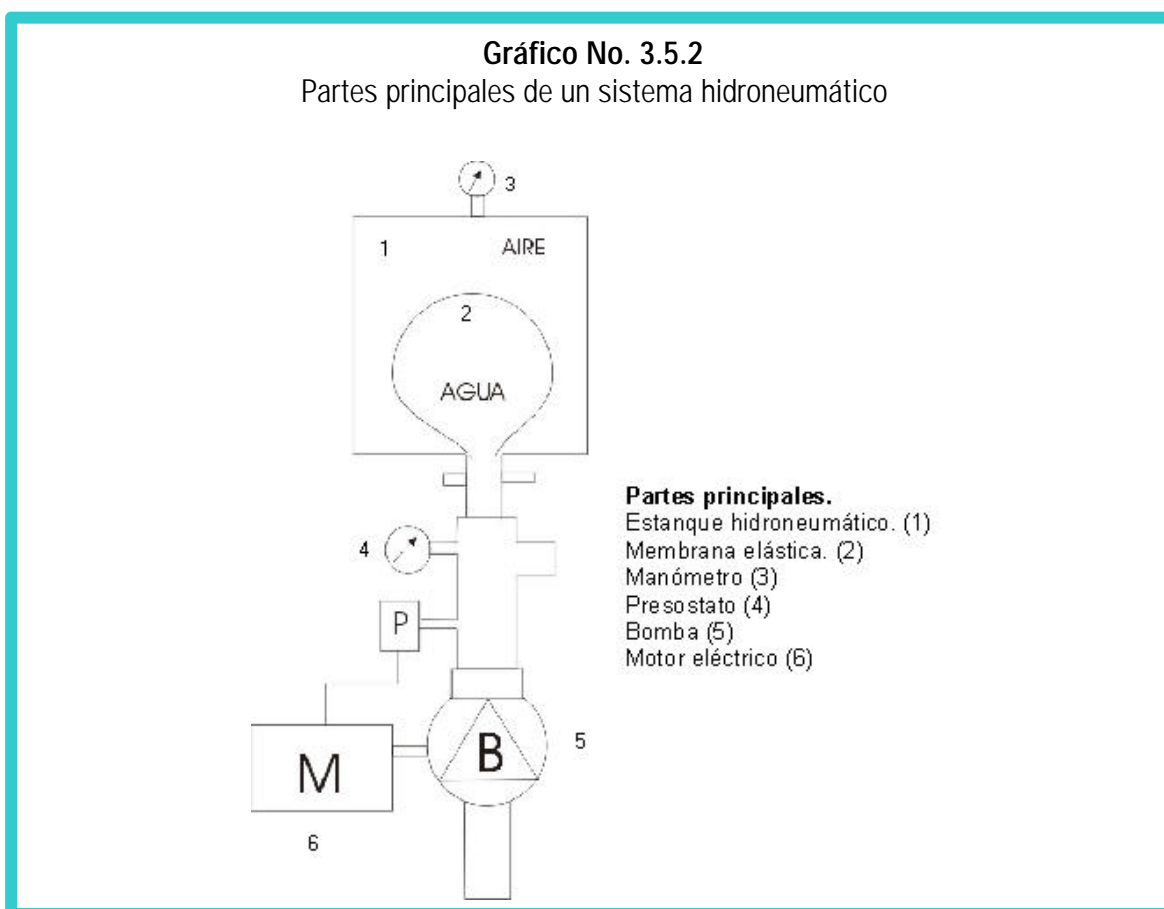
- Para controlar la energía consumida, puede ser conveniente instalar medidores de flujo en las salidas de las redes de tubería.

3.5.3. Sistemas hidroneumáticos

Los sistemas hidroneumáticos se basan en el principio de compresibilidad o elasticidad del aire cuando es sometido a presión. El sistema, funciona como se explica a continuación:

El agua que es suministrada desde el acueducto público u otra fuente, es retenida en un tanque de almacenamiento; de donde, a través de un sistema de bombas, será impulsada a un recipiente a presión (de dimensiones y características calculadas en función de la red), y que posee volúmenes variables de agua y aire. Cuando el agua entra al recipiente aumenta el nivel de agua, se comprime el aire y aumenta la presión, cuando se llega a un nivel de agua y presión determinados, se produce la señal de parada de la bomba y el tanque queda en la capacidad de abastecer la red, cuando los niveles de presión bajan, a los mínimos preestablecidos, se acciona el mando de encendido de la bomba nuevamente.

En el **Gráfico No. 3.5.2** se aprecian las partes principales de un sistema hidroneumático típico.



3.5.3.1. Función del sistema hidroneumático



Permitir la automatización del sistema de conducción de agua, esto quiere decir que permite hacer partir en forma automática al sistema de la bomba, la cual puede ser una motobomba o electro bomba.

El estanque se convierte a la vez en un amortiguador de presión ya que controla la presión antes de que la brusca alza de presión afecte a las cañerías de la red. Para muchos puntos de consumo el estanque se convierte también en un acumulador hidroneumático que abastece todos los puntos a la misma presión, sin que el motor tenga que funcionar a cada instante, generándose un consumo alto de energía.

3.5.3.2. Componentes del sistema hidroneumático

El Sistema Hidroneumático deberá estar construido y dotado de los componentes que se indican a continuación:

- Un tanque de presión, el cual consta entre otros de un orificio de entrada y otro de salida para el agua (en este se debe mantener un sello de agua para evitar la entrada de aire en la red de distribución) y uno para la inyección de aire en caso de faltar el mismo.
- Un número de bombas acorde con las exigencias de la red.
- Interruptor eléctrico para detener el funcionamiento del sistema, en caso de faltar el agua en el estanque bajo.
- Llaves de purga en las tuberías de drenaje.
- Válvula de retención en cada una de las tuberías de descarga de las bombas al tanque hidroneumático.
- Conexiones flexibles para absorber las vibraciones.
- Llaves de paso entre la bomba y el equipo hidroneumático; entre éste y el sistema de distribución.
- Manómetro.
- Válvula de seguridad.
- Dispositivo para control automático de la relación aire/agua.
- Interruptores de presión para arranque a presión mínima y parada a presión máxima, arranque aditivo de la bomba en turno y control del compresor.
- Indicador exterior de los niveles en el tanque de presión, para la indicación visual de la relación aire/agua.
- Tablero de potencia y control de los motores.
- Dispositivo de drenaje del tanque hidroneumático, con su correspondiente llave de paso.
- Compresor u otro mecanismo que reponga el aire perdido en el tanque hidroneumático.
- Filtro para aire, en el compresor o equipo de inyección.

3.5.3.3. Ciclos de bombeo



Se denomina ciclos de bombeo al número de arranques de una bomba en una hora.

Cuando se dimensiona un tanque se debe considerar la frecuencia del número de arranques del motor en la bomba. Si el tanque es demasiado pequeño, la demanda de distribución normal extraerá el agua útil del tanque rápidamente y los arranques de las bombas serán demasiado frecuentes. Un ciclo muy frecuente causa un desgaste innecesario de la bomba y un consumo excesivo de energía.

Por convención se usa una frecuencia de 4 a 6 ciclos por hora, el ciclo de cuatro (4) arranques/hora se usa para el confort del usuario y se considera que con más de seis (6) arranques/hora puede "haber" un sobrecalentamiento del motor, desgaste innecesario de las unidades de bombeo y excesivo consumo de energía eléctrica.

3.5.4. Ventajas de un sistema hidroneumático

- ✓ Mayor Presión y uniformidad en todo el sistema.
- ✓ Ahorro de agua y energía eléctrica.
- ✓ Versatilidad de usos.
- ✓ Higiene: El agua nunca entra en contacto con la lámina del tanque, por lo cual se encuentra libre de olores y sabores.
- ✓ Menor costo de construcción e instalación.
- ✓ Mayor confort y conveniencia; espacios más estéticos.
- ✓ Sistemas seguros y con mínimo mantenimiento.
- ✓ Sistema de control de fácil operación.
- ✓ Fácil y rápida instalación en planta alta ó baja.
- ✓ Permite ajustar la presión al gusto y necesidades del usuario.



3.6. ILUMINACIÓN

Desde las fuentes de generación de energía eléctrica hasta nuestra instalación de alumbrado se producen una serie de pérdidas energéticas que son desaprovechadas. Se ha oficializado la Norma Técnica Peruana NTP 370.100:2001 USO RACIONAL DE ENERGÍA. Lámparas fluorescentes compactas (LFCs). Definiciones, requisitos y rotulado, 1ª Edición, el 24 de octubre del 2001.

Desde el punto de vista de las instalaciones de alumbrado, hemos de intentar aprovechar al máximo la energía eléctrica que nos llega a través de la red de distribución, así como favorecer el aprovechamiento de la luz natural.

3.6.1. Potenciales de ahorro

3.6.1.1. Niveles de iluminación

Frecuentemente los niveles de iluminación son elevados, tanto en áreas comunes como para áreas específicas. Conviene comprobar tales niveles mediante el uso de un luxómetro y compararlo con las tablas de Iluminación. En caso de existir sobre iluminación, conviene retirar algunas lámparas o sustituirlas por otras de menor potencia. Si el nivel de iluminación no es suficiente, se pueden utilizar reflectores de aluminio en los gabinetes sin incrementar la carga eléctrica.

3.6.1.2. Lámparas más eficientes

En caso de que los niveles de iluminación sean los adecuados, entonces lo recomendable es utilizar lámparas que proporcionen el mismo nivel, pero con una menor potencia. Lo más aconsejable será esperar a la terminación de la vida útil de la lámpara antes de hacer la sustitución. Para estos fines es fundamental llevar un control por área de las horas de utilización de las lámparas, que servirá para hacer el reemplazo en grupo.



3.6.1.3. Independización de circuitos

Uno de los problemas más generalizados consiste en la imposibilidad de apagar ciertas lámparas que no son necesarias en determinado momento, debido a que existe un interruptor que controla un número de lámparas que por razón de la división de las oficinas quedan en pasillos y sala de juntas, originando que siempre permanezcan encendidas.

También, impide apagar las lámparas en horarios en que solo un mínimo de personal está laborando, pese a que estén encendidas lámparas innecesarias.

3.6.1.4. Luz diurna / Redistribuir luminarias



Es conveniente redistribuir los circuitos de alumbrado de tal manera que las lámparas ubicadas cerca de las ventanas se puedan encender y apagar por medio de un interruptor sencillo (o mediante un control automático con foto celda), a fin de aprovechar la luz solar. En caso de que las luminarias se encuentren en las áreas donde no se requiera iluminación directa, se recomienda reducir el menor número de lámparas por luminaria.

3.6.1.5. Eliminación de focos incandescentes

En todos los casos lo más aconsejable es sustituir los focos y spot's con lámparas fluorescentes compactas las cuales cuentan con entrada para socket. Estas lámparas fluorescentes compactas existen en 5, 7, 9, 13, 15, 18 W y 23 W para sustituir en su caso a focos de 25, 40, 60, 75 W y 100 W.



En lugares donde el alumbrado se utiliza por intervalos pequeños de tiempo, se recomienda utilizar lámparas fluorescentes compactas electrónicas, ya que en estos equipos el continuo encendido y apagado no desmerita su vida útil.

3.6.1.6. Balastos ociosos

Es común encontrar lámparas quemadas o desconectadas intencionalmente, pero unidas al balasto. Esto debe evitarse, pues el balasto sigue consumiendo energía eléctrica, del orden del 20% de la potencia de la lámpara. Por otra parte, si un balasto está conectado a dos lámparas y una de ellas fue desconectada, la lámpara en funcionamiento reducirá su vida útil.

3.6.1.7. Balastos de alta eficiencia



Normalmente los balastos son construidos con circuitos magnéticos y su consumo es de aproximadamente el 20% de la potencia de la lámpara. Actualmente existen en el mercado balastos ahorradores que consumen menos energía y permiten a la lámpara llegar a su vida nominal. Por otro lado, también están los balastos electrónicos que son los más eficientes. Cabe observar que los balastos ahorradores cuestan casi lo mismo que los tradicionales no siendo el caso de los electrónicos cuyo costo es superior.

3.6.1.8. Difusores en mal estado



El difusor es la tapa de acrílico que se coloca debajo de las lámparas. Su función consiste en difundir hacia los extremos la luz que sale en forma vertical. Además reduce la brillantez sin que por ello se afecte el nivel de iluminación. Si el difusor se encuentra sucio por el polvo acumulado, o bien ha adquirido un color amarillo, entonces sí disminuirá el nivel de iluminación.

Haga una buena limpieza a sus difusores y si no mejoran, conviene sustituirlos por otros de mayor eficiencia; no acepte la compra de difusores de material similar al acrílico como poliestireno y otros; además de ser poco eficientes, su vida está limitada a un promedio de 12 a 15 meses en que pierden por completo su color transparente. También existen en el mercado difusores tipo rejilla con los que se obtienen buenos resultados.

3.6.1.9. Luminarias obsoletas

La luminaria es la caja de lámina en donde se alojan las lámparas y el balasto. La parte superior está cubierta con una pintura reflejante, que es necesario revisar periódicamente para cerciorarse que no esté deteriorada.

Actualmente ya se están fabricando reflectores de aluminio que se superponen a la luminaria con lo cual se logra mayor reflexión, que puede llegar hasta el 95%, por lo cual, dependiendo del estado en que se encuentre la pintura, se puede ganar entre 25% y 50% de nivel de iluminación, lo que permitirá retirar la mitad de las lámparas ahorrándose el 50% de la energía eléctrica.

Si con esta medida se perdiera nivel de iluminación, éste se puede recuperar por otros medios, como por ejemplo, sustituir lámparas por otras de mayor flujo luminoso y pintar paredes, techos y columnas de color claro. Estos reflectores también se usan para incrementar la iluminación cuando ésta no es suficiente, evitándose la instalación de luminarias adicionales.

3.6.1.10. Altura de montaje excesiva

En muchos edificios las lámparas se encuentran tan elevadas, que si permanecieran apagadas no se afectaría el nivel de iluminación. Esto se debe a que solo son elementos decorativos. Si se desea aprovecharlas, se recomienda reducir la altura de montaje y rediseñar el sistema para colocar menor número de luminarias.

3.6.1.11. Alumbrado de seguridad

Las áreas que no necesitan nitidez de color, como estacionamientos, jardines, etc., pueden ser iluminadas con lámparas de vapor de sodio de alta ó baja presión, que reducen el consumo de energía eléctrica hasta en 65%.

3.6.1.12. Apagar la luz artificial cuando no se requiera

En las áreas donde existan apagadores y se tenga suficiente aportación de luz natural, así como en las áreas de trabajo donde no haya personal laborando, hacer uso de los apagadores.

3.6.2. Sistemas de control y regulación de iluminación

Estos sistemas proporcionan la posibilidad de variar a voluntad el nivel de iluminación.

Tenga en cuenta que el personal de seguridad y/o de mantenimiento no estará siempre en la disponibilidad de acatar las instrucciones en el sentido de desconectar determinados circuitos a determinadas horas; se recomienda instalar desde el sencillo apagador de tiempo en lugares de poco uso como pasillos, baños, etc., hasta equipos programables que conectan y desconectan circuitos según las necesidades del hospital.

En áreas de poca actividad, como almacén, pasillos no muy transitados, subestaciones, etc., es recomendable el uso de equipos que enciendan la luz al detectar la presencia de personal.

3.6.3. Iluminación exterior



El alumbrado exterior posibilita incrementar la visibilidad, seguridad y el desenvolvimiento normal de todas las personas que circulan o circundan el hospital, entonces es esencial una buena iluminación y de manera eficiente.

Como la principal preocupación es la eficiencia, se recomiendan los sistemas de Vapor de Sodio de Alta Presión (VSAP) que tiene las fuentes de luz más eficientes, al proporcionar la mayor cantidad disponible de lúmenes por vatio; estas lámparas tienen una vida útil más larga que otros sistemas, lo cual se traduce en menores costos de mantenimiento.

Ejemplo:

Ahorro por sustitución de lámparas de mayor eficiencia (*)

Item	Descripción	Unidad
1	Número de lámparas a reemplazar	1 584
2	Ahorro energético	18 248 kWh / año
3	Ahorro económico	912 US \$ / año

(*) Fuente: Auditoría energética Hospital de apoyo III Cayetano Heredia Piura ESSALUD
Se ha considerado un costo promedio de US \$ 0,05 por kWh

3.7. MOTORES ELÉCTRICOS

Los motores eléctricos tiene una larga historia desde su invención en 1887, hasta nuestros días, los esfuerzos han sido direccionados a mejorar la potencia y el torque y reducir sus costos. La necesidad de alta eficiencia se vuelve realidad a finales del año 70; Ahora la tendencia es hacia la venta de motores con eficiencia mejorada. Se ha oficializado la Norma Técnica Peruana NTP 399.450:2003 Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de uso general, potencia nominal de 0,746 a 149,2 kw. Límites y etiquetado, 1ª Edición, el 30 de agosto del 2003.

La mayoría de los motores opera a menos de su carga de diseño. El margen de seguridad, la selección de potencia comercial y los requerimientos del torque de arranque significa que una gran cantidad de motores están operando a entre 60% y 80% de su plena carga y muchos funcionarán a carga muy baja para una parte sustancial de su vida activa.

3.7.1. Motor de alta eficiencia

Son aquellos que tiene un rendimiento superior a un motor estándar y están fabricados de manera especial para reducir sus pérdidas. En caso de motores de uso continuo, el ahorro de energía obtenido con un motor de alto rendimiento supera el sobre costo de adquisición. En la **Tabla No. 3.7.1** observamos la comparación de costos de operación entre un motor estándar y uno de alta eficiencia.

Tabla No. 3.7.1
Comparación de costos de operación de un motor 50 HP

BASE DE COMPARACIÓN	MOTOR ESTANDAR	MOTOR DE ALTA EFICIENCIA	DIFERENCIA	COMENTARIOS
Precio de compra (US \$)	28 540	34 248	5 708	20% mayor
Eficiencia (%)	89,50	93,60	4,10	4.5% mayor
Pérdidas (%)	10,50	6,40	4,10	39% menor
Costo anual de energía (US \$)	95 785	91 586	4 199	3.3 y 2.7 veces el costo inicial de los motores
Costo anual de pérdidas (US \$)	10 061	5 862	4 199	41.7 % menor
Costo de la energía en 20 años (US \$)	1 915 700	1 831 720	83 980	4.3 % menor
Costo de pérdidas en 20 años (US \$)	201 220	117 240	83 980	15 veces el costo de la diferencia del precios de compra

Fuente: Catálogos de fabricantes de motores de alta eficiencia

La instalación de motores de alto rendimiento es aconsejable en máquinas con muchas horas de funcionamiento al año y para todos los tamaños.

3.7.2. Motores de frecuencia variable

Debido a las variaciones en las necesidades de producción o uso en todo tipo de instalaciones que funcionan a base de motores eléctricos, no siempre es necesario que éstos trabajen al máximo de su velocidad y magnitudes eléctricas nominales.

Por el contrario, adaptando la velocidad del motor eléctrico en cada momento a las necesidades, se puede conseguir una disminución en la potencia consumida por dicho motor.

Los reguladores electrónicos de velocidad están formados por circuitos electrónicos de potencia que transforman la energía eléctrica de frecuencia industrial en energía eléctrica de frecuencia y tensión variables.

Existen dos tecnologías dentro de los reguladores de velocidad:

- ✓ Circuitos con transistores de potencia (PWM). Es la tecnología más usada y se utiliza preferentemente para potencias menores de 100kW.
- ✓ Circuitos con tiristores (CSI). Se utilizan preferentemente para potencias mayores de 200kW.

Los beneficios aportados por los reguladores de velocidad son:

Técnicos:

- ✓ Disponibilidad de una amplia gama de velocidades para responder a todas las demandas del proceso sin recurrir a medios mecánicos (válvulas de estrangulamiento, by-pass, etc).
- ✓ Reducción de los problemas de reparación y mantenimiento de los equipos al poder utilizar motores de corriente alterna (más sencillos y robustos que los de corriente continua utilizados hasta ahora).
- ✓ Suavización de los procesos de arranque y parada de las máquinas provocando menores picos de intensidad en los arranques y eliminando los golpes de ariete en las paradas.

Económicos:

- ✓ Ahorro de energía producido al elevar el rendimiento del motor.
- ✓ Menor inversión en el motor de corriente alterna frente al de corriente continua.
- ✓ Reducción de costes de mantenimiento e instalación, tanto en costes directos como debido a la detención del proceso de producción.
- ✓ Mejora en el factor de potencia debido a la presencia de rectificadores que se comportan como baterías de condensadores.

Los reguladores de velocidad pueden aplicarse a los siguientes tipos de mecanismos (tanto para motores de corriente alterna como de corriente continua):



- ✓ Mecanismos con carga de par cuadrático: bombas centrífugas, ventiladores, compresores, etc. El par de carga es proporcional al cuadrado de la velocidad y la potencia eléctrica demandada lo es al cubo de la velocidad. En estos mecanismos el ahorro es máximo.
- ✓ Mecanismos con carga de par lineal: El par de carga es proporcional a la velocidad y la potencia eléctrica demandada lo es al cuadrado de la velocidad.
- ✓ Mecanismos con carga de par constante: ascensores, etc. El par de carga es independiente de la velocidad y la potencia eléctrica demandada es proporcional a la velocidad.
- ✓ Mecanismos con carga de potencia constante. El par de carga es inversamente proporcional a la velocidad y la potencia eléctrica demandada es independiente de la velocidad.

3.7.3. La energía reactiva

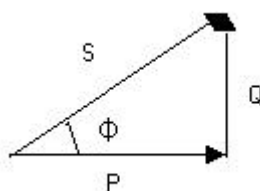
3.7.3.1. Corrección del factor de potencia



En los hospitales debido a la existencia de multitud de usos de tipo eléctrico, se produce un desfase entre la potencia activa y reactiva, que viene determinado por el llamado factor de potencia.

La rentabilidad de estos sistemas de compensación es elevada, de manera que acostumbran a amortizarse en plazos que oscilan entre los 12 y 24 meses.

Podemos expresar vectorialmente este concepto:



Donde:

S = Potencia aparente.

P = Potencia activa.

Q = Potencia reactiva.

$\cos \phi$ = Factor de potencia.



Podemos observar que la energía reactiva reduce la potencia activa, que es la energía útil en un sistema. Sin embargo, la energía reactiva es necesario para el funcionamiento de motores y transformadores, principalmente, ya que genera la inducción.

Es importante señalar, que conforme se incrementa la energía reactiva, la potencia útil irá disminuyendo. Para ello es necesario corregirlo con un sistema de compensación reactiva (Banco de condensadores), que disminuye el ángulo generando una mayor eficiencia al aprovechar mejor la potencia aparente.

3.7.3.2. Factor de potencia de diferentes receptores.

A continuación detallamos el factor de potencia en los principales receptores,

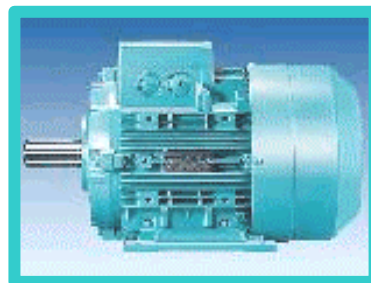
Transformadores de potencia

Un transformador, no solo debe proporcionar la energía reactiva necesaria a los aparatos conectados en su secundario sino que además, absorbe de la red una cierta energía reactiva para asegurarse su propio funcionamiento (potencia magnetizante).

Dado que el transformador está permanente conectado durante largos períodos de tiempo, el impacto económico por consumo de energía reactiva no es despreciable. La potencia reactiva a compensar en vacío y a plena carga es, por supuesto, diferente. Sin embargo para el estudio de la potencia de los condensadores a instalar se tienen en cuenta las tensiones en el primario.

Motores asíncronos

Los motores asíncronos son una de las cargas más usuales en los hospitales. Su factor de potencia es bajo y por tanto es recomendable su corrección. El factor de potencia de un motor asíncrono depende de dos aspectos: de sus características constructivas (número de polos, bobinados, frecuencia, velocidad, etc.) y del régimen de carga (en vacío el factor de potencia es muy bajo, mejorando a medida que aumenta la carga). Generalmente el factor de potencia de motores en jaula de ardilla es más elevado que el de los motores llamados de anillo. En función de la carga, el rendimiento y el factor de potencia evolucionan de forma relativamente idéntica.



En la **Tabla No. 3.7.2** se aprecia algunos valores del factor de potencia.



Tabla No. 3.7.2
Valores del factor de potencia

Motor asíncrono ordinario Carga al	Cos F
0%	0,17
25%	0,55
50%	0,73
75%	0,80
100%	0,85

Fuente: Catálogos de fabricantes de motores eléctricos

3.7.3.3. Cálculos del factor de potencia de una instalación

Hay dos formas de calcular el factor de potencia, y éstas son:

Por lectura de contadores de energía, durante el mismo período de tiempo.

$$\tan f = \frac{Q}{P}$$

Donde:

Q = Potencia reactiva (kVAR).

P = Potencia activa (kW).

Por cálculo.

Potencia aparente: $S = \sqrt{3} * V * I$

Potencia activa: $P = \sqrt{3} * V * I * \cos f$

Factor de potencia: $\cos f = \frac{P}{S}$

3.7.3.4. Problemas originados por un factor de potencia incorrecto.



Los principales problemas originados en un circuito por tener incorrecto el factor de potencia son, entre otros, los siguientes:

- Mayor consumo de energía reactiva
- Mayor costo en la facturación de electricidad.
- Mayor sección en los conductores eléctricos de las líneas de transmisión.
- Pérdidas en los conductores eléctricos por disipación de calor (efecto Joule).
- Mayor carga en el transformador y líneas de transmisión.

3.7.3.5. Corrección del factor de potencia (cos f)

Para corregir el factor de potencia, se debe instalar un sistema de compensación reactiva (banco de condensadores). Para ello se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$Q = P.[\text{tg}(f_f) - \text{tg}(f_i)]$$

Donde:

Q = Banco de condensadores a compensar, en kVAR

P = Máxima demanda, en kW

$\text{Cos } \varphi_i$ = Factor de potencia deseado

$\text{Cos } \varphi_f$ = Factor de potencia actual

El factor de potencia deseado debe evitar el pago de la energía reactiva en la facturación de la energía eléctrica. Actualmente en Perú, la energía reactiva que se cobra representa el consumo superior al 30% de la energía activa. Para este caso, se puede obtener lo siguiente:

$$\text{tg}(f_i) = \frac{Q_i}{P} = \frac{30\% P}{P} = 0,3$$

Con este valor, podemos obtener el banco de condensadores necesario para eliminar el costo de facturación por este concepto.

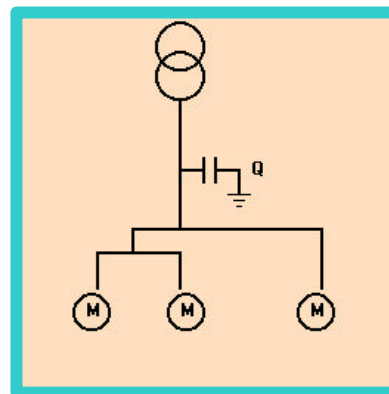
Compensación Global

Ventajas:

- ✓ Suprime los gastos por consumo de energía reactiva
- ✓ Descarga el centro de transformación

Observaciones:

- ✓ Las pérdidas por efecto Joule en los cables no son reducidos.
- ✓ Cuando se trata de transformadores el valor de la energía reactiva varía en función del régimen de carga. Al estar el transformador conectado de forma permanente, el impacto económico de la reducción de la energía reactiva tiene cierta importancia.



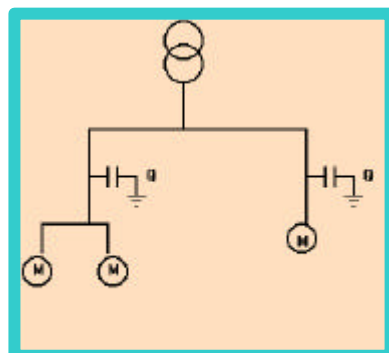
Compensación Parcial

Ventajas:

- ✓ Suprime los gastos por consumo de energía reactiva
- ✓ Optimiza una parte de la instalación, la corriente reactiva no se transporta en parte del sistema.
- ✓ Descarga el centro de transformación

Observaciones:

- ✓ La corriente reactiva I_r aun esta presente en partes de la instalación
- ✓ Las pérdidas por efecto Joule en los cables no se reducen totalmente.

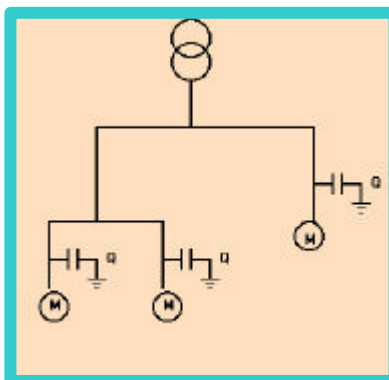


Compensación Fija

Ventajas:

- ✓ Suprime los gastos por consumo de energía reactiva
- ✓ Optimiza una parte de la instalación, la corriente reactiva I_r se abastece en el mismo lugar de consumo.
- ✓ Descarga el centro de transformación

Observaciones:





- ✓ Las pérdidas por efecto Joule en los cables reducen considerablemente.

3.7.3.6. Ventajas de la compensación de la energía reactiva.

El tener factores de potencia próximos a uno ($\cos \phi \approx 1$), proporciona las ventajas que se relacionan a continuación (ver **Tabla No. 3.7.3**):

- Reducción de la factura eléctrica
- Reducción de las caídas de tensión en la línea.
- Reducción en sección de conductores.
- Reducción de pérdidas en transformadores.
- Mayor potencia disponible en la instalación.

Tabla No. 3.7.3
Ahorro por mejoramiento del factor de potencia (*)

Item	Descripción	Unidad
1	Consumo de energía activa	1 248 000 kWh / año
2	Consumo de energía reactiva	744 000 kVARh / año
3	Máxima demanda promedio mensual	485 kW
3	Factor de potencia inicial	0,86
4	Factor de potencia recomendado	0,96
5	Banco de Condensadores	150 kVAR
4	Ahorro económico	4 692 US \$ / año

(*) Fuente: Auditoría energética Hospital de apoyo III Cayetano Heredia Piura ESSALUD
Se ha considerado un precio de S/. 0,0439 por kVARh facturado según el pliego tarifario del sistema PIURA emitido por la GART de OSINERG y un tipo de cambio promedio de S/. 3,45 por dólar (a noviembre del 2003).

3.7.4. Ascensores

Son máquinas que sirven para transportar persona o cosas de un nivel a otro.

3.7.4.1. Tipos:

- Ascensor de pasajeros
- Ascensor camillero

3.7.4.2. Uso de ascensores en hospitales:

- Los traslados de enfermos deben ser rápidos y deben evitarse los movimientos bruscos del ascensor en el arranque y en la parada.
- Se producen picos muy altos de tráfico en los cambios de turno, horas de visita, horas de comida, etc.
- Existe tráfico altamente preferencial, como los traslados de las camas y camillas a los quirófanos o los carros de comida en horarios determinados.
- El tiempo de espera del personal del hospital debe ser el mínimo.
- Todos los diseños deben orientarse al ahorro energético.



3.7.4.3. Mejoras en ascensores

- Alternancia en el uso de ascensores, exclusivo para servicio a pisos pares e impares.
- Utilización y aplicación de arrancadores de estado sólido.
- Aplicaciones de variadores de velocidad.

3.8. SISTEMA DE GENERACIÓN DE OXIGENO

3.8.1. Descripción general

En algunos hospitales y clínicas se encuentran sistemas de generación de oxígeno. Estos sistemas requieren de energía eléctrica para los compresores que comprimen el oxígeno absorbido del ambiente.

El sistema de generación de oxígeno cuenta con los siguientes componentes:

- ✓ Compresor de aire (ver **Foto No. 3.8.1**)
- ✓ Tanque pulmón de aire comprimido
- ✓ Generador de oxígeno (ver **Foto No. 3.8.2**)
- ✓ Tanque pulmón de oxígeno comprimido (ver **Foto No. 3.8.2**)
- ✓ Compresor de oxígeno (ver **Foto No. 3.8.3**)
- ✓ Cargador de balones de oxígeno (ver **Foto No. 3.8.4**)

Foto No. 3.8.1

Compresor de aire comprimido



Foto No. 3.8.2

Generador de oxígeno con tanque pulmón de oxígeno



Foto No. 3.8.3
Compresor de oxígeno



Foto No. 3.8.4
Cargador de balones de oxígeno



3.8.2. Medidas de ahorro

El sistema de aire comprimido requiere de compresores los cuales se deben mantener en uso solamente cuando lo requiera el sistema de generación de oxígeno. Es importante señalar que se debe mantener el uso, en la medida de lo posible, funcionando en las horas fuera de punta (desde las 00:00 horas hasta las 18:00 horas y desde las 23:00 horas hasta las 24:00 horas, durante todos los días, exceptuando domingos y feriados, que allí se puede utilizar las 24 horas del día).

Es importante señalar, que otro equipo consumidor de energía eléctrica en este sistema es el compresor de oxígeno, que sirve para el llenado de los balones. También es bueno llevar las prácticas similares a los compresores de aire.

Si bien es muy escaso este sistema en los hospitales y clínicas, evitar su utilización en las horas punta permitirá un ahorro económico en la facturación de la energía eléctrica.



CONCLUSIONES

Aunque hay muchos métodos técnicos para mejorar rendimiento energético, el comité de ahorro de energía de un hospital deben comenzar considerando las medidas más simples. Muy a menudo, la inversión moderada y el mantenimiento inmediato proporcionarán los procedimientos mejorados de la operación, y ahorros de la energía y de costos. Las oportunidades sin inversión que son fáciles de identificar como modificar los interruptores de tiempo, los controles de la temperatura, y los termostatos son la primera opción a ejecutar. Luego las medidas con baja inversión, tales como cambiar del equipo (luces, calentadores, los etc.) se realizarán posteriormente con ayuda del personal del hospital. No todos los tipos de equipo se pueden apagar, por ejemplo, los UPS del sistema de cómputo y muchos otros artículos del equipo del hospital requieren procedimientos apropiados de parada. La motivación, la cooperación y la implicación del personal en todos los niveles es de la importancia extrema.

Las mejoras o los cambios realizados en un sistema de energía pueden afectar a menudo otros sistemas de energía (por ejemplo, el calor generado por la iluminación afectará la necesidad de refrescarse). Por lo tanto, el análisis de los sistemas y la consideración cuidadosos es necesarios antes de que se ponga en ejecución cualquier modificación. Esto se debe tener presente por el personal técnico del hospital que realiza y se contrata para tales modificaciones.

La eficiencia energética permite optimizar los costos de inversión con eficacia, y podemos ver instalaciones en muy buen estado en los hospitales nuevos o adaptados, o al sustituir el viejo equipo. Es generalmente más barato introducir medidas de ahorro de energía adicionales cuando el trabajo de mantenimiento rutinario se está realizando en el hospital. Eligiendo cuidadosamente una fecha, donde no se interfiera con rutinas normales del hospital, se puede realizar un gasto de inversión para reducir substancialmente los costos de energía. Se debe tomar ventaja siempre de las oportunidades de modificación para optimizar y obtener ahorro.

Si una instalación o un equipo tiene que ser substituida de todos modos, es importante tomar en cuenta solamente el costo adicional del costo de mantenimiento para el cálculo del retorno de inversión. Esto se compara con el ahorro de energía y costo a suscitar con la modificación.

Supervisando el control de la situación energética, veremos que es la llave del éxito. Se proporcionará la información de la cual la dirección técnica puede detectar malfuncionamientos y hacer las recomendaciones para otras mejoras.



CUESTIONARIO

GENERAL

1. ¿Se sabe cuanta energía se consume en total y cuanta en las diferentes áreas del hospital?
2. ¿Se monitorean y revisan las facturas de energía eléctrica y térmica, con la finalidad de tener un registro continuo de los consumos y costos?
3. ¿Se ha bajado o subido el consumo de energía en el último año?
4. ¿Se han fijado objetivos para reducir el consumo de energías?
5. ¿Se ha chequeado cuál es la tarifa de electricidad más económica y conveniente para el hospital?
6. ¿Existe un programa de ahorro de energía?
7. ¿Se informa a los pacientes y visitantes acerca del programa de ahorro de energía?
8. ¿Se mantienen informados de las últimas tecnologías y avances en manejo de energía?
9. ¿Se verifica el consumo de energía de los aparatos eléctricos antes de comprarlos?
10. ¿Se ha educado y/o entrenado a los empleados para que operen los equipos eficientemente?
11. ¿Se hace un mantenimiento periódico programado para los equipos?
12. ¿Se apagan los equipos cuando no son utilizados por periodos de tiempo significativos?
13. ¿Se tiene implementado un programa de apagado de ascensores en las horas de bajo requerimiento (11:00 pm a 5:00 am)?

ILUMINACIÓN

1. ¿Se tienen ajustados los niveles de iluminación de acuerdo con el trabajo a realizar en cada zona?
2. ¿Se tiene un correcto diseño de la iluminación, el cual incluye el análisis de la altura a la cual deben estar las lámparas, ubicación con respecto a la zona a iluminar, colores del área, etc.?
3. ¿Se ha instalado iluminación de bajo consumo de energía (balastos electrónicos con tubos de bajo consumo)?
4. ¿Se tienen instalados reflectores especulares para aumentar la cantidad de iluminación transferida?
5. ¿Se encienden las luces sólo cuando la luz natural es insuficiente?
6. ¿Se limpian con frecuencia las lámparas y el sistema de iluminación para mejorar la radiación y la capacidad de iluminación?
7. ¿Se distribuyen los escritorios de acuerdo con la forma en que entra el sol a la oficina para aprovechar al máximo la luz natural?
8. ¿Se tienen instaladas láminas translúcidas para aprovechar la iluminación natural?
9. ¿Se apagan las luces y los computadores en las oficinas desocupadas?
10. ¿Se tienen independizados los circuitos para que se apaguen las luces por filas o grupos?



AIRE ACONDICIONADO

1. ¿Se ha analizado si es más conveniente utilizar ventilación en lugar de aire acondicionado en lugares donde se abren las puertas o ventanas constantemente?
2. ¿Se apagan los sistemas de enfriamiento en áreas no ocupadas?
3. ¿Se han ajustado los reguladores de temperatura para asegurar el mínimo nivel de energía que brinda confort?
4. ¿Se evitan zonas de calentamiento y enfriamiento simultaneo?
5. ¿Se aseguran que los muebles no obstruyan la salida del aire acondicionado?
6. ¿Se mantienen las puertas y ventanas cerradas cuando el aire acondicionado esta en funcionamiento?
7. ¿Se usan los sistemas de extracción sólo cuando es necesario?
8. ¿Se tienen dimensionados adecuadamente los equipos de aire acondicionado para el área donde se encuentran?

COCINAS

1. ¿Se mantienen las puertas de los refrigeradores y congeladores perfectamente cerradas; y se verifica que los empaques estén en buen estado?
2. ¿No se abre el refrigerador o congelador antes de estar seguros de lo que se va a coger ó guardar?
3. ¿Se mantiene el periodo de precalentamiento del horno al mínimo?
4. ¿Dejan enfriar los alimentos antes de ponerlos en el refrigerador?
5. ¿Se dejan descongelar los alimentos antes de cocinarlos?
6. ¿Se hace funcionar la campana extractora sólo cuando se este usando la cocina?
7. ¿Utilizan aparatos eléctricos pequeños para cocinar porciones pequeñas en lugar de emplear aparatos grandes?
8. ¿Se tiene el refrigerador alejado de las estufas, salidas de aire caliente o de lugares donde el sol incida directamente sobre él?



INFRAESTRUCTURA

1. ¿Se empleó un aislamiento en el techo y se utilizó un color claro de manera que el aire acondicionado trabaje menos para mantener el sitio fresco?
2. ¿Se han instalado cierres automáticos en las puertas de las zonas altamente transitadas que sean refrigeradas?

COMBUSTIBLES

1. ¿Se limpia la superficie de intercambio de calor periódicamente?
2. ¿Se vigila el tamaño, forma y color de la llama evitando que se produzcan inquemados?
3. ¿Se limpian las boquillas de los quemadores periódicamente?
4. ¿Se vigila que no haya excesos en las temperatura de funcionamiento, lo cual implicaría una disminución de la eficiencia y un mayor consumo energético?



GLOSARIO

HOSPITAL. EDIFICACIÓN O PARTE DE ELLA

Usada para asistencia médica, psiquiátrica, obstétrica o quirúrgica, durante 24 horas, de 4 o más pacientes internados. Donde se use la palabra hospital en el presente Código, deberá incluir hospitales generales, hospitales para enfermos mentales, para tuberculosos, para niños, y otros similares destinados para el cuidado de enfermos internos.

INSTALACIONES DE ASISTENCIA MÉDICA.

Edificaciones, parte de ellas, y medios móviles que no están necesariamente limitados únicamente a predios destinados para el uso como hospitales, sanatorios, Instalaciones residenciales de asistencia y cuidados, clínicas o consultorios médicos y dentales.

FUJO LUMINOSO

Energía luminosa radiada al espacio por unidad de tiempo. Su unidad de medida se expresa en Lumen (lm).

EFICACIA LUMINOSA

Relación entre el flujo luminoso y la cantidad de energía que se consume para producirlo. Su unidad de medida se expresa en Lumen por vatio (lm/W)

INTENSIDAD LUMINOSA

Relación entre el flujo luminoso emitido en un ángulo sólido por el valor de este ángulo en estereorradianes. Su unidad de medida se expresa en Candela (cd)

ILUMINACIÓN

Relación entre el flujo luminoso que recibe una superficie y su extensión. Su unidad de medida se expresa en Lux (lx)

LUMINANCIA

Relación entre la intensidad luminosa en una dirección determinada y una superficie. Su unidad de medida se expresa en Candela por m² (cd/m²)

CONTROL HIGROMÉTRICO

Control de la humedad relativa

ALUMBRADO DE TRABAJO

Facilidades para obtener el nivel de iluminación mínimo indispensable para realizar las tareas necesarias, incluyendo el acceso seguro a las fuentes de energía y al equipo, y para el acceso a las salidas.

ANESTÉSICOS INFLAMABLES

Gases o vapores tales como fluoreno, cicloprano, éter, divinilo, cloruro etílico, éter etílico y etileno, que pueden formar mezclas inflamables o explosivas con aire, oxígeno o gases reductores tales como el óxido nitroso.



CIRCUITO CRÍTICO

Un subsistema del sistema de emergencia, compuesto de circuitos derivados y alimentadores, que suministra energía al alumbrado de trabajo y a tomacorrientes seleccionados en áreas al cuidado de pacientes, y que puede ser conectado a grupos de emergencia por uno o más interruptores de transferencia

CIRCUITO PARA LA SEGURIDAD DE LA VIDA

Un subsistema del sistema de emergencia, compuesto de alimentadores y circuitos derivados, y que está destinado a suministrar la potencia adecuada que se requiere para la seguridad de la vida de los pacientes y del personal, y que puede ser conectado a grupos de emergencia por uno o más interruptores de transferencia.

CORRIENTE PELIGROSA

Para un grupo dado de conexiones en un sistema aislado, es la corriente total que fluye a través de una pequeña impedancia si ésta fuera conectada entre el conductor aislado y tierra.

CORRIENTE DE FALLA

La corriente peligrosa de un determinado sistema aislado con todos sus dispositivos conectados, excepto el monitor de aislación de línea.

CORRIENTE DEL MONITOR

La corriente peligrosa del monitor de aislación de línea solamente.

CORRIENTE TOTAL

Es la corriente peligrosa de un sistema aislado dado, con todos sus dispositivos conectados, incluyendo el monitor de aislación de línea.

EQUIPO TERAPÉUTICO DIATÉRMICO DE ALTA FRECUENCIA

Equipos de inducción terapéutica y calefacción dieléctrica.

GRUPO DE EMERGENCIA

Uno o más grupos generadores que se destinan para suministrar energía durante la interrupción del servicio eléctrico normal o del servicio eléctrico suministrado por la Empresa de Servicio Público de Electricidad.

INSTALACIONES HÚMEDAS DE ASISTENCIA MÉDICA

Es un área para el cuidado de pacientes, que se encuentran normalmente sujeta a condiciones húmedas, incluyendo estancamientos de agua en el piso o lugares mojados que se usan como áreas de trabajo. No se definen como lugares húmedos aquellos donde se realizan rutinas domésticas y derrames accidentales de líquidos.

LOCALES DE ANESTESIA

Son áreas destinadas a la administración de agentes anestésicos inhalatorios inflamables o no inflamables durante los exámenes o tratamientos, incluyendo salas de operación, de parto, de emergencia, de anestesia; corredores, cuartos de faena, y otras áreas, las cuales son destinadas para la inducción de anestesia con agentes anestésicos inflamables o no inflamables.



LOCALES DE ANESTESIA INFLAMABLE

Cualquier sala de operación, de parto, de anestesia; corredor, cuartos de faena, u otros lugares que se destinan a la aplicación de anestésicos inflamables.

MONITOR DE AISLACIÓN DE LÍNEA

Instrumento de prueba diseñado para controlar continuamente la impedancia balanceada y desbalanceada de cada línea de un circuito aislado con respecto a tierra, y equipado con un circuito de prueba integrado para accionar la alarma sin aumentar el peligro de la corriente de fuga.

PUESTO DE ENFERMERAS

Lugares destinados al desarrollo de las actividades profesionales de un grupo de enfermeras que trabajan bajo una enfermera supervisora y que atienden a los pacientes en cama, donde las llamadas de los pacientes son recepcionadas, las enfermeras redactan los informes, se abren las fichas sobre los pacientes que ingresan y se preparan las medicinas para ser distribuidas a los pacientes. Cuando tales actividades se desarrollan en más de un lugar, dentro de una unidad de hospitalización, todos los lugares separados se consideran como parte del puesto de enfermeras.

PUNTO DE INTERCONEXIÓN DE UNA HABITACIÓN

Terminal o grupo de terminales de puesta a tierra que sirven como punto de interconexión para la puesta a tierra de todas las partes conductivas expuestas de la edificación en la habitación.

PUNTO DE PUESTA A TIERRA EN LA VECINDAD DEL PACIENTE

Toma de clavija o barra terminal de puesta a tierra que sirve como punto colector para la puesta a tierra de artefactos en la vecindad del paciente.

PUNTO DE PUESTA A TIERRA DE REFERENCIA

Una barra terminal que es la barra de puesta a tierra del equipo o una extensión de la misma y que sirve como un punto conveniente de interconexión de todas las puestas a tierra de los artefactos, equipos y partes conductivas en la vecindad del paciente.

SANATORIO

Una edificación o parte de ella, usada para la hospitalización, cuidado de internos y enfermos sobre la base de 24 horas, de 4 o más personas quienes, a causa de incapacidad mental o física, no puedan valerse para la satisfacción de sus propias necesidades y seguridad sin la ayuda de otras personas. Los sanatorios donde quiera que se use en el presente Tomo, deberá incluir sanatorios de hospitalización y convalecientes y asilos.

INSTALACIONES RESIDENCIALES DE ASISTENCIA Y CUIDADO

Una edificación o parte de ella, usada para la hospitalización o internado de 4 ó más personas que son incapaces de su propia conservación a causa de limitación de edad física o mental. Se incluyen Instalaciones tales como asilos de ancianos, cunas (custodios para el cuidado de niños menores de 6 años de edad)) e instituciones para el cuidado de retardados mentales. Se exceptúan las Instalaciones no previstas para cuidados y hospedaje.

SISTEMA AISLADO DE ALIMENTACIÓN



Un sistema que comprende un transformador de aislamiento o su equivalente, un monitor de aislamiento de línea y sus conductores del circuito de puesta a tierra.

SISTEMA DE EMERGENCIA

Sistema de alimentadores y circuitos derivados conectados a un grupo de emergencia por un interruptor de transferencia y que suministra energía a un número limitado de funciones prescritas que son vitales para la protección de la vida y seguridad del paciente, con restablecimiento automático de energía eléctrica dentro de los 10 segundos de haberse interrumpido la alimentación.

SISTEMA DE EQUIPOS

Sistema compuesto de alimentadores y circuitos derivados, arreglado para la conexión con retardo, automática o manual, al grupo de emergencia y que alimenta principalmente equipos de carga trifásica.

SISTEMA ELÉCTRICO ESENCIAL

Sistema constituido por grupos de emergencia, conmutadores, dispositivos de protección contra sobrecorrientes, gabinetes de distribución, alimentadores, circuitos derivados, control de motores, y todos los equipos eléctricos conectados, que están diseñados para proporcionar la continuidad del servicio eléctrico en áreas especificadas, durante la interrupción del servicio normal de energía, y también están diseñados para reducir los efectos de una interrupción repentina del sistema de alambrado interno.

TRANSFORMADORES DE AISLAMIENTO

Un transformador del tipo de devanados múltiples con los devanados primario y secundario físicamente separados, el cual acopla inductivamente su devanado secundario al sistema alimentador puesto a tierra que alimenta al devanado primario, de tal modo que se prevenga que la tensión del circuito primario repercuta en los circuitos secundarios.

TOMACORRIENTE EN LOCALES DE ANESTESIA

Tomacorriente diseñado para usarse con enchufes adecuados para tales lugares.

VECINDAD DEL PACIENTE

En un área en la cual los pacientes son cuidados normalmente, la vecindad del paciente es el espacio con superficies que probablemente puedan estar en contacto con el paciente. Esta área comprende un espacio dentro de la habitación de 1,80 m alrededor del perímetro de la cama en su lugar previsto, y se extiende verticalmente 2,30 m por encima del piso.

BIBLIOGRAFÍA

- Arroyo, Víctor, Eficiencia Energética en la Generación y Distribución de Vapor , CINYDE, 2001
- ASHRAE 1995 Handbook, HVAC Applications (SI edition), American Society of
- Bocanegra, Manuel. Manual de Uso Racional de Energía para Edificios Públicos, PAE / MEM , 2002
- CENERGIA, Estudios varios en hospitales de ESSALUD (Ex IPSS);1991-1992
- Código Nacional de Electricidad, Suministro. DGE / MEM, 2001
- Código Nacional de Electricidad, Tomo V, Sistema de Utilización. DGE / MEM, 1982
- EEO, Energy Efficiency in Hospitals by Good Housekeeping, Good Practice Case Study 129, Best Practice Programme, BRECSU, Garston, Watford, UK, 1992.
- Energy Efficiency in Hospitals and Clinics, A THERMIE Action Programme, Commission of the European Communities, Belgium, 1993.
- Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers; Atlanta, USA.
- J. Desmedt, Heat Pump Used in a Hospital Dishwasher, Energy Efficiency Newsletter No. 1/1995, (N).
- MB & ASOCIADOS, Estudio de Eficiencia Energética en la Clínica Vesalio, 2002
- Miranda Barrera, Ángel L. Nueva enciclopedia de la Climatización Aire Acondicionado. Ediciones CEAC – 2000.
- S. Aronsson, P.E. Nilsson, Learning from experiences with Energy Management of Commercial Buildings, CADDET Energy Efficiency Analysis Series No. 19, The
- S. Bridgman, Hospital lighting refurbishment paid for by energy savings, Energy Efficiency Newsletter No. 2/1996, (N).
- S. Jakélius, Learning from experiences with Energy Savings in Hospitals, CADDET Energy Efficiency Analysis Series No. 20, The Netherlands, 1996.
- UK-94-553, Energy Savings in Newcastle Health Authority (R).
- US-95-550, Pilot energy managemt programme in Florida hospital, (R).
- Varios Autores, Manual para Consultores en Eficiencia Energética, CDG – PAE / MEM, 1999



PÁGINAS WEB

<http://www.minem.gob.pe/pae/>

<http://edison.upc.es/curs/llum/fotometria/>

<http://www.ase.org/rograms/international/mexico/>

<http://www.erco.com>

<http://www.procobreperu.org/>

<http://www.conae.gob.mx/wb/>

<http://europa.eu.int/scadplus/leg/es/lvb/>

<http://www.tm2000.com.mx/>

<http://www.cec.uchile.cl/~pmaldona/evalsel21/>

<http://www.hospitecnia.com>

<http://bdd.unizar.es/pag3/PAG6-2/>

<http://www.minsa.gob.pe/ministerio/historia/>

<http://dimei.fi-b.unam.mx/CDM/>

<http://www.cenergia.org.pe/>