



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

**DISEÑO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LOS  
EQUIPOS DEL ÁREA DE GASES DEL HOSPITAL GENERAL  
SAN JUAN DE DIOS DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Ernesto Daniel Alvarado Jiménez  
Asesorado por la Inga. María del Rosario Colmenares de Guzmán

Guatemala, febrero de 2006



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DEL  
ÁREA DE GASES DEL HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS DE LA  
CIUDAD DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

ERNESTO DANIEL ALVARADO JIMÉNEZ  
ASESORADO POR LA INGA. MARÍA DEL ROSARIO COLMENARES  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2006



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE GASES DEL HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 30 de julio de 2004.

ERNESTO DANIEL ALVARADO JIMÉNEZ





## DEDICATORIA

A Dios, sol de mis batallas, gracias por la vida y sus enseñanzas, por el consuelo y las lágrimas; ante ti me inclino, ingeniero, el más grande de todos.

A Santa María, azucena que ha perfumado mi campo, lleno de ixcanal y de cardos, gracias.

A mis padres, Sonia y Gilberto, lo mejor de ustedes se ha conjugado en mí, sus cuidados y sacrificios permiten que hoy, quien a ustedes se dirige, lo haga desde ese sitio de honor, gracias, los quiero.

A mi hermana Aura, a quien quise enseñar y me terminó enseñando que a pesar de ser pequeño puedo vencer a Goliat, aunque cueste muchas lágrimas; te quiero.

A mi hermano Ricardo, con mucho respeto y aprecio.

A mis tíos Aura, Antonio, Ariel y Liliana, por su ayuda en los malos momentos, gracias.

A mis tíos Elmar, Luvia, Eugenia, Diamela y Mayra, por su presencia en los buenos y malos tiempos, gracias.

A mis abuelos, Olimpia y Ernesto (q.e.p.d.); y Leonarda (q.e.p.d.) y Daniel, con respeto y mucho cariño.

A mis primos, a todos gracias por los buenos tiempos compartidos.

A Italo, Edgar, Augusto y María José; amigos sin los cuales, el camino hubiera sido triste y frío, gracias por su amistad y ayuda.

A Byron, Efraín, Rudi, Said y Edgar Raúl; caballeros andantes con los que ha sido un honor combatir a su lado, en la búsqueda de este sueño.

A Gonzalo, Regina, Carlos, Neto, Óscar, Héctor, Omar, Vinicio, Marvin, Leonel, Eduardo, Diego, Ulises, Enmanuel, Cristián, César, Luis Enrique, Kenneth, Alex, Denis, César, Rosa, Lilian y Alejandra; amigos en diferentes épocas, gracias por su apoyo, consejos y amistad.

A Byron Neri, Jorge, Martín, Eduardo y René, amigos y compañeros del grupo de adorno, quienes me enseñaron mucho y me brindaron su amistad, gracias.

A mi asesora, Ingeniera María Colmenares, su apoyo fue fundamental para terminar este trabajo, de todo corazón, eternamente agradecido por su ayuda.

Al Colegio Loyola y al Instituto Técnico Vocacional Doctor Imrich Fischmann, por la formación que recibí, con agradecimiento.

A la Facultad de Ingeniería, de quien espero ser digno representante.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, alma mater que me ha dado todo, que lleve en alto tu nombre, notable entre las notables.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ingeniero Edwin Elías, Jefe de mantenimiento del Hospital General San Juan de Dios, de la ciudad de Guatemala, por el apoyo, conocimientos, colaboración y facilidades otorgadas para la realización de este trabajo; muchas gracias.

Al Ingeniero Gustavo Arango, Jefe de mantenimiento del Sanatorio Nuestra Señora del Pilar, por los conocimientos y apoyo prestado, para enriquecer los datos de este trabajo; muchas gracias.

Al Ingeniero Alain Barrascout, de Ingeniería Biomédica, por la ayuda prestada para enriquecer los datos de este trabajo; muchas gracias.

Al Señor Fresly Ajché, gracias por su ayuda y el tiempo empleado para impartir sus conocimientos; muchas gracias.

A los señores Juan Hernández y Eugenio Cifuentes; operadores de gases médicos del Hospital General San Juan de Dios, de la ciudad de Guatemala, por los conocimientos compartidos, facilidades en la obtención de datos y tiempo empleado en explicaciones y recolección de datos; muchas gracias.



“Yo no sé lo que es el destino, caminando fui lo que fui, allá Dios que es el adivino,  
yo me muero como viví.”

El Necio, de Silvio Rodríguez.



# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	VII
<b>GLOSARIO</b>	XI
<b>RESUMEN</b>	XV
<b>OBJETIVOS</b>	XVII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XIX
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES</b>	1
1.1 Antecedentes generales del Hospital General San Juan de Dios	1
1.1.1 Datos generales del Hospital	1
1.1.2 Organización del hospital	4
1.2 Definición de mantenimiento	5
1.2.1 Conceptos básicos de mantenimiento	6
1.3 Definición de compresores y bombas de vacío	9
1.3.1 Conceptos fundamentales	9
1.3.1.1 Compresión	10
1.3.1.2 Vacío	11
1.3.2 Principio de funcionamiento de los tipos de compresores y bombas de vacío utilizados en un hospital	12
1.4 Gases médicos	14
1.4.1 Tipos más comunes de gases médicos no inflamables, usados en hospitales	16
1.4.1.1 Oxígeno	16
1.4.1.2 Aire	17
1.4.1.3 Óxido nitroso	18
1.4.1.4 Dióxido de carbono	19
1.4.1.5 Otros tipos de gases médicos no inflamables	19

1.4.2	Lugares de instalación	21
1.4.3	Centrales de abastecimiento	21
1.4.4	Requerimientos generales para centrales	21
1.4.5	Fuentes de suministro	23
1.4.5.1	Sistemas de suministro de oxígeno	23
1.4.5.1.1	Sistema de cilindros sin suministro de reserva	23
1.4.5.1.2	Sistema de cilindros con suministro de reserva	24
1.4.5.1.3	Sistema de suministros de gran volumen	24
1.4.5.1.4	Tanque de oxígeno líquido	25
1.4.5.2	Sistema de suministro de aire comprimido	26
1.4.5.3	Sistema centralizado de succión o vacío	27
1.4.6	Sistemas de alarma	28
1.4.7	Válvula de seccionamiento	29
1.4.8	Tomas	30
1.5	Equipos que utilizan gases médicos	31

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS EN EL HOSPITAL**

	<b>SAN JUAN DE DIOS</b>	<b>33</b>
2.1	Organización del departamento de mantenimiento en el HGSJD	33
2.1.1	Organización del departamento de gases	37
2.1.1.1	Definición del departamento de gases dentro de la organización del hospital	37
2.1.1.2	Análisis de puestos	37
2.2	Servicios que presta el departamento de gases dentro de un hospital	39
2.2.1	Gases médicos	39
2.2.2	Aire comprimido	40
2.2.3	Succión o Vacío	40
2.3	Inventario de las condiciones de los equipos	41



2.4	Descripción de los equipos que actualmente prestan servicio dentro del área de gases del HGSJD	44
2.4.1	Características técnicas	45
2.4.2	Definición del equipo	46
2.4.3	Pruebas de funcionamiento	47
2.4.4	Requerimientos de instalación existentes	47
2.4.5	Medidas de seguridad	48
2.5	Descripción del programa de mantenimiento actual	48
2.6	Situación en que se brinda el mantenimiento actualmente	49
2.7	Fallas más comunes de los equipos	50
2.7.1	Clasificación de fallas	51
2.7.2	Tipos más comunes de fallas y sus causas	52

<b>3.</b>	<b>PROPUESTA Y DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA DE GASES</b>	<b>55</b>
3.1	Formatos para el registro del control de servicio de mantenimiento del área	55
3.2	Elaboración de manuales	56
3.2.1	Manual de uso correcto de los equipos de gases médicos	56
3.2.1.1	Objetivo	56
3.2.1.2	Alcance	57
3.2.1.3	Importancia del uso correcto	57
3.2.1.4	Rutinas propuestas	58
3.2.2	Manual para el mantenimiento de compresores y bombas de vacío	59
3.2.2.1	Objetivo	59
3.2.2.2	Alcance	59
3.2.2.3	Condiciones para su aplicación	59
3.2.2.4	Rutinas propuestas	60

3.2.3	Manual de seguridad del operador y del usuario	60
3.2.3.1	Objetivo	60
3.2.3.2	Alcance	61
3.2.3.3	Importancia de la seguridad	61
3.2.3.4	Programa de seguridad	62
3.2.4	Manual de uso correcto de accesorios e instalaciones de gases medicinales	62
3.2.4.1	Objetivo	62
3.2.4.2	Alcance	62
3.2.4.3	Usos correctos para accesorios e instalaciones de gases médicos	62
3.3	Rutina de mantenimiento propuesta	68
3.4	Descripción del procedimiento	69
3.5	Ventajas del programa propuesto	85
3.6	Desventajas del programa propuesto	86
<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA DE GASES MÉDICOS</b>	<b>87</b>
4.1	Implementación del programa de mantenimiento	87
4.1.1	En lugares donde existen tomas de gases medicinales	88
4.1.2	En centrales de abastecimiento de gases médicos	89
4.1.3	En central donde se encuentran ubicados los compresores y bombas de vacío	90
4.2	Mantenimiento preventivo	91
4.2.1	Mecanismo para implementar las rutinas de mantenimiento preventivo	91
4.3	Mantenimiento correctivo	92
4.3.1	Mecanismo para implementar el mantenimiento correctivo	92
4.4	Programa de medidas de seguridad	94

4.3.1	Seguridad dentro de la central de abastecimiento de gases médicos	95
4.3.2	Seguridad con los equipos	95
4.3.3	Seguridad con los cilindros de gases médicos	96
<b>5.</b>	<b>SEGUIMIENTO Y MEJORA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA DE GASES MÉDICOS</b>	<b>99</b>
5.1	Plan de supervisión del programa	99
5.1.1	Inspección del desarrollo de rutina	100
5.1.2	Reportes	101
5.1.3	Auditorías	103
5.1.4	Inspección del desarrollo de rutina	103
5.2	Plan para la evaluación de los resultados del programa	104
5.2.1	Parámetros de evaluación	104
5.2.2	Presentación de la información	105
5.2.3	Proceso de evaluación	106
5.3	Programa de capacitación continua para los usuarios y operadores del HGSJD	107
5.3.1	Objetivos del programa	108
5.3.2	Recursos y técnicas necesarias	109
5.3.2.1	Recursos didácticos	109
5.3.2.2	Técnicas	110
5.3.3	Descripción de las unidades del programa de capacitación	110
5.3.3.1	Usuarios	111
5.3.3.1.1	Unidad única. Uso correcto de los servicios de gases médicos	111
5.3.3.2	Operadores	112
5.3.3.2.1	Unidad uno. Compresores de aire médico	112
5.3.3.2.2	Unidad dos. Bombas de vacío	113

5.3.3.2.3	Unidad tres. Gases médicos	113
5.3.4	Desarrollo del programa	114
5.3.5	Implementación del programa de capacitación	116
<b>CONCLUSIONES</b>		117
<b>RECOMENDACIONES</b>		119
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		121
<b>APÉNDICE</b>		123
<b>ANEXO</b>		125

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1 Torre de encamamiento	3
2 Funcionamiento de la bomba de paleta rotatoria	14
3 Clasificación de los gases por sus propiedades y aplicaciones	15
4 Compresor de aire médico	27
5 Bomba de vacío de uso hospitalario	28
6 Válvula de seccionamiento	29
7 Organigrama del departamento de mantenimiento del Hospital General San Juan de Dios	36
8 Centrales de abastecimiento del HGSJD	42
9 Bombas de vacío y compresores de pediatría	43
10 Bombas de vacío y compresores de maternidad	44
11 Tomas usadas en el Hospital San Juan de Dios	46
12 Toma típica del HGSJD	63
13 Instalación de accesorios en la toma	64
14 Uso de las tomas	65
15 Flujómetro	65
16 Botellas usadas para succión	66
17 Uso inadecuado del aire comprimido	67
18 Válvula de purga que se debe abrir	70
19 Indicadores de nivel y presión del tanque de oxígeno	71
20 Válvula de purga del tanque	72
21 Abertura de la válvula de purga	72
22 Hielo en la salida del tanque de oxígeno	74

23	Tablero de control del equipo	74
24	Medición del voltaje de línea	75
25	Medición del amperaje	75
26	Interruptor (switch) de presión	76
27	Interruptor (switch) de presión abierto	77
28	Calibración de la presión	77
29	Desengrasante	78
30	Aplicación del desengrasante	78
31	Proceso de limpieza del equipo	79
32	Limpieza del tablero de control	79
33	Extracción de la tapadera del filtro	80
34	Limpieza del filtro de aire	80
35	Base del filtro	81
36	Colocación del filtro	81
37	Colocación de la tapadera	82
38	Filtros y deshumidificadores	82
39	Llave de purga del aceite	83
40	Tapón de aceite	84
41	Indicadores de nivel de aceite	84
42	Carter de la bomba de vacío	85
43	Llave de las tomas	123
44	Tipos de o-rings	124
45	Localización de válvulas	129
46	Esquema de sistema sin suministro de reserva	130
47	Esquema de sistema con suministro de reserva	131
48	Esquema de sistema de suministro de gran volumen	132
49	Dimensiones del tanque de oxígeno	133
50	Esquema de la instalación del compresor	134
51	Esquema de instalación de la bomba de vacío	135

52	Dimensiones para la instalación de tomas en encamamientos	136
53	Detalle de las dimensiones de las tomas en la cabecera	137
54	Soportes especiales para la tubería de vacío, oxígeno y aire comprimido	138
55	Componentes de una instalación de bomba de vacío	142
56	Componentes de una instalación de compresor de aire médico	143

## **TABLAS**

I	Formato para la inspección del desarrollo de rutina	101
II	Formato para el reporte	102
III	Unidad única para los usuarios	111
IV	Unidad uno para los operadores	112
V	Unidad dos para los operadores	113
VI	Unidad tres para operadores	114
VII	Planificación general del programa	115
VIII	Localización de tomas	125
IX	Dimensiones mínimas del local	127
X	Potencia de motor para compresores	128
XI	Potencia de motor para bombas de vacío	128
XII	Área requerida	128





## GLOSARIO

<b>Amperaje</b>	Es la intensidad de la corriente eléctrica.
<b>Amperio</b>	Es la dimensional de la intensidad de la corriente eléctrica.
<b>Bitácora</b>	Es el diario donde los operadores de gases médicos detallan los sucesos que ocurrieron durante el transcurso de su turno.
<b>Botella</b>	Es el accesorio que conectado a la toma de vacío o succión, recolecta las secreciones de los pacientes que son succionadas.
<b>Capacitación</b>	Es el proceso de enseñanza – aprendizaje, que se convierte en la educación que busca profesionalizar al hombre para efectuar una tarea determinada.
<b>Container</b>	Es el embalaje metálico grande recuperable, cuyas dimensiones están normalizadas internacionalmente, donde se almacenan oxígeno líquido u otros gases médicos. Se le traduce del inglés al español como contenedor.
<b>Flujómetro</b>	Es el equipo que conectado a las tomas, indica el flujo de un determinado volumen de gas por unidad de tiempo, usualmente litros o centímetros cúbicos por minuto.

<b>Gas comprimido</b>	Es el gas que existe únicamente en estado gaseoso dentro de un recipiente a presión, bajo condiciones normales de temperatura y presión.
<b>Gas criogénico</b>	Es un gas licuado que se encuentra dentro de un recipiente a temperaturas muy por debajo de la temperatura atmosférica normal, pero, usualmente, ligeramente encima de su punto de ebullición.
<b>Gas inflamable</b>	Es el gas que arde ante concentraciones normales de oxígeno a determinadas temperaturas.
<b>Gas licuado</b>	Es el gas que dentro de un recipiente, en condiciones normales, existe parcialmente en estado líquido y parcialmente en estado gaseoso.
<b>Gas no inflamable</b>	Es el gas que no se quema a ninguna concentración de aire u oxígeno. Algunos de estos gases sostienen la combustión, mientras otros la suprimen.
<b>HGSJD</b>	Abreviatura con la que se identifica al Hospital General San Juan de Dios, de la ciudad de Guatemala. En el trabajo se le refiere simplemente como el hospital.
<b>Manifold</b>	Es el accesorio que posee varias entradas independientes conectadas a una salida en común. Se traduce del inglés al español como múltiple.
<b>Manómetro</b>	Es el accesorio que se utiliza para medir la presión dentro de las instalaciones neumáticas, en el caso del hospital, las de gases médicos.
<b>MSPAS</b>	Siglas con las que se identifica al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, de la República de Guatemala.

<b>Pulgadas de mercurio</b>	Es una dimensional con la que se mide la presión atmosférica, que también se utiliza para medir el vacío.
<b>Multímetro</b>	Es el aparato con el que se pueden medir tensiones o voltajes, corrientes o amperajes y resistencias de diferentes valores.
<b>Psi</b>	Es la dimensional de presión en el sistema inglés, significa libras por pulgada cuadrada.
<b>Switch</b>	Es el mecanismo que se usa para impedir o no, la conexión de los aparatos y accesorios a las tomas de gases médicos.
<b>Switch de presión</b>	Es el accesorio que poseen los equipos de gases médicos, que controla el arranque de los mismos, de acuerdo con un rango de presiones pre-establecido.
<b>Torr</b>	Es una dimensional con la que se puede medir la presión atmosférica. Es utilizada para medir el vacío, por la facilidad de medir con ella, presiones menores a la atmosférica.
<b>Voltaje</b>	Es la fuerza, presión o tensión que mueve a la electricidad.
<b>Voltios</b>	Es la dimensional del voltaje.



## RESUMEN

El servicio que presta el área de gases médicos dentro de los hospitales, tiene directa participación en la recuperación de la salud de los pacientes, especialmente en recién nacidos y niños; el mantenimiento óptimo de las condiciones de servicio del área, es vital ya que cualquier descuido puede provocar la muerte de personas inocentes.

Dentro de los hospitales nacionales, esta área es de las más descuidadas, los operadores no cuentan con los recursos y las herramientas necesarias para efectuar las rutinas de mantenimiento. Los encargados de efectuarlas, son técnicos de empresas privadas, que muchas veces no cumplen con sus labores, provocando que el servicio que se presta, no tenga la confiabilidad necesaria.

De lo anterior, surge la necesidad, de contar con rutinas de mantenimiento adecuadas a los equipos que producen los servicios de aire médicos, como las consignadas en este trabajo, para ofrecer parámetros de supervisión al trabajo de las empresas, y en caso de ausencia de éstas, los técnicos y operadores del hospital, puedan llevar a cabo las tareas y labores de mantenimiento sin problemas.

Además, se proponen planes y programas, con los que se pueden llevar a cabo supervisiones, evaluaciones y capacitaciones, como apoyo al programa de mantenimiento, buscando su mejora continua, para que no muera en el tiempo.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Desarrollar un programa de mantenimiento para el área de gases del Hospital General San Juan de Dios, que pueda servir como referente del tema a otras unidades hospitalarias del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social a nivel nacional.

### **ESPECÍFICOS**

1. Definir de manera clara y sencilla para el usuario, los principios básicos de operación y de funcionamiento de los equipos e instalaciones utilizados en el área de gases en el Hospital General San Juan de Dios.
2. Determinar las condiciones físicas de las instalaciones y de los equipos, utilizados en el área de gases médicos.
3. Analizar de manera concreta y completa el funcionamiento del programa actual de mantenimiento implementado en el Hospital General San Juan de Dios.
4. Diseñar el programa de mantenimiento, de acuerdo a las necesidades observadas, a las condiciones físicas de las instalaciones y a las de servicio del equipo.

5. Evaluar el funcionamiento del equipo, una vez se ha implementado el programa.
6. Establecer los procesos necesarios para la evaluación y mejora del programa diseñado.
7. Proporcionar un medio escrito, que facilite la capacitación a largo plazo de los usuarios en general.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente, nuestro país sufre, no puede asegurarle los recursos básicos a la gran mayoría de sus habitantes, sea por el aumento de su número día a día, o por la inoperancia de sus estructuras organizativas, donde las luchas de poder, mellan poco a poco, las bases estructurales de un estado, que no sabe como acabarlas.

De las entidades estatales, quizá los hospitales nacionales, son los que más sufren las consecuencias de la realidad del país; las condiciones en que se presta el servicio satisfacen apenas las necesidades de los usuarios, son consecuencia de carencias organizacionales que impiden la correcta administración del personal y de los recursos.

Uno de los departamentos con mayores carencias dentro de los hospitales nacionales es el de mantenimiento. Con pocos recursos, encargados y operadores del departamento hacen lo posible, por mantener su servicio, pero cada día que pasa las carencias y vacíos administrativos hacen más difícil su labor. Y esto no es ajeno al Hospital general San Juan de Dios, de la ciudad de Guatemala.

Como colaboración al hospital, este trabajo fue llevado a cabo; una propuesta de programa de mantenimiento , que es adecuada a la realidad del hospital. Las rutinas y recomendaciones presentadas fueron tomadas del ejercicio real dentro del hospital y en situaciones fuera de él, de similares características.

Los datos recabados, permitieron construir el programa, además de ser completadas estas observaciones prácticas con conceptos y disertaciones de tipo ideológico, que sustenten el desempeño de las rutinas propuestas.

Para llegar más allá, se formularon los mecanismos necesarios para su implementación, y de su alcance, no se dudó en incluir a los usuarios del servicio, como afán de fomentar la colaboración ínter-hospitalaria, tan necesaria y adecuada a los propósitos del programa. Se terminó con la formulación de planes y programas que buscan un mejor control de la supervisión, mejor toma de decisiones de mejora, y la preparación de usuarios y operadores, por medio de la capacitación, para efectuar sus labores.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

El mantenimiento dentro de los hospitales que se encuentran a cargo del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, es quizá el más descuidado de todos los aspectos importante que se deben tomar en cuenta para el funcionamiento adecuado de un hospital. No importa que se tengan los mejores especialistas, las mejores instalaciones, si en sus equipos y procedimientos no existe confiabilidad.

## **1.1 Antecedentes generales del Hospital General San Juan de Dios**

La historia del Hospital General San Juan de Dios, se constituye de vivencias que le han permitido evolucionar hacia mejores derroteros de acuerdo con los tiempos, pero dentro de esos cambios, algunas estructuras del pasado aún no son superadas, quizá porque no han sido erradicadas totalmente de la idea de país que mucha gente tiene.

### **1.1.1 Datos generales del hospital**

Los orígenes del Hospital General San Juan de Dios, se remontan a la época colonial, cuando se funda Hospital de la Misericordia, siendo el primer hospital centroamericano el 22 de noviembre de 1527, al que siguieron el Hospital Real de Santiago, el de San Alejo, el de San Lázaro, el de San Pedro y el de Convalecientes de Nuestra Señora de Belén. Los dos primeros fueron fusionados por los hermanos de San Juan de Dios, formando en un solo hospital que fue conocido como Hospital de San Juan Dios.

Al suceder los terremotos de Santa Marta en los años 1773 y 1774, los hospitales antes mencionados fueron clausurados debido a la traslación de la Ciudad de Santiago de Guatemala al Valle de la Ermita, y a causa de las epidemias ocasionadas por los terremotos, el rey Carlos III ordena la construcción de un hospital, por real cédula fechada 15 de marzo de 1778; hospital que es conocido actualmente como Hospital General San Juan de Dios.

La construcción fue terminada en octubre de 1778, sin tener certeza del día, aunque tradicionalmente se celebra el 24 de octubre como fecha en que inicia labores el Hospital San Juan de Dios.

Se localizaba en un principio en un terreno en el barrio de la Parroquia Vieja, de donde se traslada al lugar actual, el predio actualmente comprendido entre la 9na calle "A" y 12 calle, de la Avenida Elena a la 1era. avenida de la zona 1, ciudad de Guatemala.

Fue administrado en sus inicios por los Hermanos de San Juan de Dios, hasta el año 1801, cuando fueron sucedidos por la Hermandad de la Caridad, integrada por filántropos y personajes destacados de la sociedad guatemalteca de esa época. Dicha hermandad subsistió hasta el año 1873. Bajo su administración, se hacen cargo de atender a los internos desde el año 1862, las Hermanas de la Caridad, quienes constituyen parte de la mejor época del hospital, por su abnegación al cuidar a los enfermos y por su buena administración.

El hospital pasa a formar parte del Ministerio de Salud Pública, quién a causa de la Revolución de octubre de 1944, se convierte en el ente rector de la salud nacional.

Bajo esta administración sucede el terremoto de San Gilberto, el 4 de febrero de 1976, que dejó el hospital inservible, siendo necesario trasladarlo al parque de la industria. El edificio viejo fue demolido.

Se iniciaron los trabajos de construcción en otras áreas del terreno del hospital, inaugurándose la pediatría en mayo de 1978, y el área de gineco-obstetricia en junio de 1978. Se inicia la construcción de los edificios actuales el 2 de enero de 1980 y se culminan el 24 de marzo de 1981. El costo de los sectores de consulta externa, torres de encamamiento, servicios generales fue de Q.45,570,564.00, el de la pediatría fue de Q.1,275,000.00 y el de gineco-obstetricia Q.1,200,000.00.

**Figura 1. Torre de encamamiento HGSJD**



Actualmente cuenta con los servicios de emergencia, torres de encamamiento, véase figura 1, encontrándose ambos del lado de la 9na. calle "A"; consulta externa sobre la 1era. avenida; ginecología, maternidad y pediatría ubicadas del lado de la Avenida Elena, el edificio de los servicios de apoyo de lavandería, costurería, calderas, cocina, plantas de emergencia que se encuentra en medio del terreno a la altura de la 11 calle, detrás de la Capilla del Señor de las Misericordias.

Los edificios de mantenimiento se encuentran en la esquina de la 12 calle y Avenida Elena. Tiene una capacidad instalada de 800 camas, a las que se le deben agregar las camas que prestan servicio dentro de la emergencia.

### **1.1.2 Organización del hospital**

Como fue mencionado en párrafos anteriores, el hospital es una entidad gubernamental que depende del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, quién delega la administración del mismo al director general, quién coordina a los gerentes.

Los gerentes, a cuyo cargo tienen las áreas médicas, como pediatría, ginecología, etc; y la de servicios generales y mantenimiento; y de quienes dependen los jefes de cada sección que se encargan de coordinar la ejecución de cada una de las disposiciones de la gerencia, entre los encargados de cumplirlas.

Actualmente, se encuentran realizando cambios en la organización interna del hospital, por lo que cada una de las funciones y obligaciones de cada uno de los integrantes de la estructura jerárquica se encuentra en fase de revisión y reformulación, por lo que no cuentan con información oficial de cómo está constituido el organigrama del hospital.

## **1.2 Definición de mantenimiento**

Se puede afirmar que el mantenimiento engloba las operaciones y cuidados necesarios para que los edificios, instalaciones y equipos funcionen adecuadamente, desempeñando correctamente el servicio para el que fueron diseñados.

Hay que subrayar que el mantenimiento busca, ante todo, conservar el servicio que suministra cada uno de los equipos, instalaciones y otros elementos; no la conservación física de los mismos; en otras palabras, es más importante el servicio que presta cada elemento que el elemento mismo.

Las anteriores aseveraciones, no son conceptos extraños cuando se hace referencia al mantenimiento hospitalario. El objetivo del mantenimiento hospitalario es prolongar la vida útil, de manera económica favorable, de todos los recursos incluso el medio ambiente en el que se desarrollan las actividades del hospital; por medio de actividades y procedimientos que buscan evitar el desgaste y destrucción de los bienes puestos al servicio del hospital, hasta la restitución del servicio de algún elemento cuando se presente una anomalía que lo interrumpa.

Dentro de ese margen, se incluyen las actividades tales como limpieza, inspección, pruebas, clasificación, reparación, reconstrucción, recuperación y modificación de equipos, instalaciones e infraestructura, y su alcance va desde que se seleccionan y adquieren los equipos, hasta ser dados de baja del hospital, por estar obsoletos o destruidos, o ser puestos en venta.

El mantenimiento dentro de un hospital debe realizarse, en concordancia con la misión, la visión, los objetivos y las metas del hospital, y se debe orientar a dar la máxima atención al paciente.

¿ Por qué al paciente? El paciente es el motivo principal de la razón de ser del hospital, por eso es la primera consideración de todo el trabajo de mantenimiento, para efectuarlo con seguridad, calidad y eficacia.

Esto permite que los servicios realizados ayuden a la recuperación del paciente en lugar de ser factores que inhiban la recuperación, e incluso deterioren el estado en que se encuentre el paciente; contrayendo enfermedades distintas a la enfermedad causante de su ingreso, que le causen complicaciones o incluso, la muerte.

### **1.2.1 Conceptos básicos de mantenimiento**

Es común en la actualidad, separar el mantenimiento, en mantenimiento preventivo y en mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo tiene por objetivo reducir las fallas y paros por medio de actividades de inspección rutinarias y la ejecución de rutinas que permitan mantener la correcta operación y servicio de un equipo, instalación o infraestructura.

Algunas actividades que son propias del mantenimiento preventivo son la limpieza, buen manejo del equipo, inspecciones sistemáticas, control de los indicadores, detección y corrección de fallas antes de que se manifiesten para evitar paros en el servicio.



Se incluye dentro del mantenimiento preventivo al mantenimiento programado, que consiste en los cambios de piezas o de accesorios al cumplirse con determinadas cargas u horas de trabajo.

Estos cambios son estipulados por estadísticas que se han tomado durante el desempeño del equipo, por personal de mantenimiento del hospital, o como sucede en la mayoría de los casos, por especificaciones que dan los fabricantes.

Este es útil cuando se aumenta la confiabilidad de los equipos y su vida útil, disminuyendo los costos y los tiempos muertos que se deben a paros provocados por fallas. El mantenimiento programado, además, permite programar los paros de equipos, lo que permite organizar y planificar por anticipado las medidas necesarias que se deben de tomar para mantener el servicio.

El mantenimiento correctivo es el que se encarga de reparar una falla que provoca un paro súbito en el servicio del equipo y comprende aspectos como:

- a. Reparación: es la restauración de las condiciones de servicio de un equipo, ya sea por un arreglo o cambio de partes o mecanismos, sin eliminar la fuente de falla.
- b. Reparación en el sitio de trabajo: que se ejecuta con el auxilio de talleres móviles o unidades de mantenimiento propias en el sitio de falla del equipo.
- c. Recuperación: se logra, ya sea restaurando piezas o equipos fuera de uso, o restaurando equipos que estén inservibles.

- d. Modificaciones: alteraciones realizadas al diseño original, que buscan mejorar el rendimiento o la seguridad, pero son peligrosas si no se efectúan de una correcta manera y no son recomendables.

Las actividades que conforman cada una de estas divisiones del mantenimiento, se llevan a cabo por un conjunto de personas que poseen niveles de conocimiento y criterios diferentes, de acuerdo con la complejidad del trabajo que desempeñan, por lo que se hace necesario clasificar al mantenimiento como institucional, de taller y de fábrica.

El mantenimiento institucional, es el que se encuentra a cargo del propio hospital, que ejecuta la operación correcta, inspección de funcionamiento, lubricación y mantenimiento preventivo programado. Consta de dos niveles.

- a. Usuario: es responsabilidad del operador el uso correcto del equipo, además de realizar inspecciones diarias, para verificar cualquier anomalía, y el de efectuar pequeños ajustes.
- b. Técnico del hospital: técnicos especializados empleados por el hospital, quienes tienen bajo su responsabilidad efectuar el mantenimiento programado, ajustes más especializados y reparaciones o reposiciones de piezas.

Cuando se refiere al mantenimiento de taller, se habla del efectuado por las empresas que son contratadas para tal efecto o porque son empresas autorizadas por los vendedores de los equipos.

Pueden ser móviles, cuando trabajan en el sitio de la falla, y fijos donde se llevan a cabo actividades más específicas y especializadas, y cuenta con la capacidad de brindar capacitación y entrenamiento a técnicos y usuarios para que desempeñen bien su trabajo.

El mantenimiento de fábrica es de nivel más complejo que los anteriores, ya que realiza trabajos de reconstrucción o de modificación, que sean solicitados por el hospital, a equipos con el fin de obtener mejoras en su servicio, haciéndolos más confiables y seguros.

### **1.3 Definición de compresores y bombas de vacío**

Aunque puedan presentar similares características en muchos aspectos, los compresores y bombas de vacío son prácticamente opuestos. Mientras que los compresores son usados para introducir a sistemas aire comprimido, las bombas de vacío se encargan de la extracción de gases o líquidos, dependiendo de la aplicación, ya sea de procedimientos quirúrgicos o de aplicaciones para la ciencia.

#### **1.3.1 Conceptos fundamentales**

El funcionamiento de compresores y bombas de vacío, a pesar de ser diferente en su concepción, depende de medios mecánicos para lograr sus cometidos, pero antes es necesario comprender algunos de sus conceptos.

### 1.3.1.1 Compresión

Para lograr la compresión de un gas, existen dos métodos distintos y cada uno tiene dos formas diferentes de efectuar la compresión de un gas. Los métodos son:

A. Compresores de desplazamiento positivo o flujo intermitente, cuyas dos formas de comprimir un gas son:

a.1 Atrapando cantidades consecutivas de un gas en una cámara, reduciendo su volumen e incrementando su presión, para empujar luego el gas comprimido fuera de la cámara. Este método es usado por los compresores recíprocos, quienes efectúan la compresión y evacuación del gas por medio del movimiento recíproco de un pistón dentro de un cilindro, y son los usados dentro de los hospitales.

a.2 Atrapando cantidades consecutivas de un gas en un espacio cerrado, trasladarlo sin cambios de volumen al sitio de la descarga de un sistema de alta presión y comprimir el gas por contraflujo del sistema de descarga; para finalmente empujar el gas comprimido fuera de la cámara de compresión. Entre los tipos de compresores que tienen este método son los de paletas deslizantes, pistón líquido, de lóbulo recto.

B. Compresores de flujo continuo, cuyos métodos de comprimir un gas son los siguientes:

- b.1 Se comprime el gas por la acción mecánica de un impulsor o rotor con paletas en rápida rotación, que imparte velocidad y presión al gas que fluye; la velocidad se transforma en presión en difusores estacionarios o paletas. El tipo de compresores que trabajan bajo esta principio se conocen como compresores dinámicos.
  
- b.2 Se utiliza un chorro de gas o vapor que arrastra el gas a comprimir, para convertir la alta velocidad de la mezcla en presión en un difusor localizado corriente abajo. Este método es común en los eyectores, que se caracterizan por trabajar a presiones más bajas que la atmosférica.

#### **1.3.1.2 Vacío**

Por vacío, se entiende que se trata de un estado en que no existe contenido; pero esta descripción se queda corta, ya que impide una comprensión más práctica de lo que es vacío.

Se puede decir que el vacío, se refiere a un espacio que se encuentra ocupado por gases cuya presión es menor que la atmosférica, y conforme se vaya reduciendo la presión que tienen esos gases, se va aumentando el grado de vacío. Este proceso permite clasificar al vacío como bajo, mediano, alto y ultra alto vacío.

Para el bajo y mediano vacío, se manejan el rango de presiones que van de los 760 torr a los  $10^{-2}$  torr, y los gases residuales que quedan varían en su composición debido a las diferentes velocidades a las que se evacúan.

Para el alto vacío se habla de presiones que van de los  $10^{-2}$  torr a los  $10^{-7}$  torr, y es común que quede como gas residual vapor de agua. Para el ultra alto vacío se usan presiones de  $10^{-7}$  torr a  $10^{-16}$  torr, donde se dice que la superficie interior del recipiente se mantiene libre de gas, y queda como gas residual el hidrógeno.

El vacío puede ser producido para diversos fines, desde una simple aspiradora, hasta un complicado acelerador de partículas, pero en este caso su uso para la succión de fluidos en operaciones o tratamientos médicos en el ámbito hospitalario, es lo que interesa.

### **1.3.2 Principio de funcionamiento de los tipos de compresores y bombas de vacío utilizados en un hospital**

Un compresor reciprocante, se compone básicamente de un cilindro dentro del cual, el gas es comprimido por un pistón, que efectúa un movimiento reciprocante en dirección al eje, y logra el aumento de presión por medio de una reducción de volumen.

La admisión y la descarga se hacen a través de válvulas automáticas, que se abren únicamente cuando existe una presión diferencial adecuada a través de la válvula. Las válvulas de admisión se abren cuando la presión en el cilindro es ligeramente menor que la presión de admisión y las de escape o descarga se abren cuando la presión en el cilindro está un poco por encima de la presión de descarga.

Existen muchos tipos de bombas de vacío actualmente que van desde las que son mecánicas, tales como las bombas de paletas rotatorias, de pistón, etc; siendo las más utilizadas en los hospitales las bombas de paletas rotatorias.

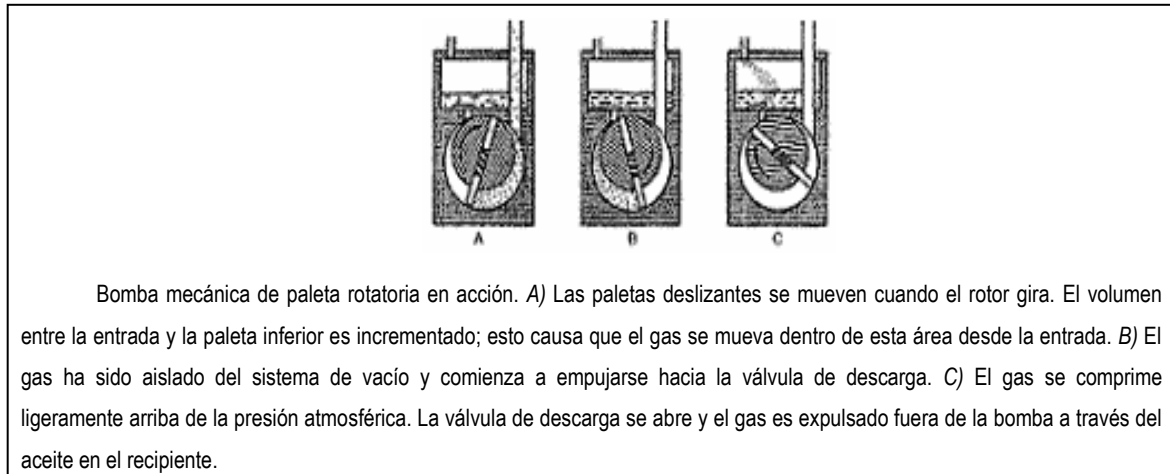
Las bombas de paletas rotatorias consisten en un espacio cilíndrico, estator, que alberga a un cilindro de diámetro menor que gira dentro de él, rotor. En el rotor, las paletas se encuentran sujetas por medio de un resorte.

La bomba de vacío de paletas rotatorias posee dos ductos, uno de dimensiones mayores respecto al otro. El ducto mayor da al exterior de la bomba, conexión con la cámara a desalojar, y dentro de la bomba hasta el estator; es considerado como la entrada al estator.

Por otra parte, el ducto pequeño es la salida del estator y conduce a un recipiente parcialmente lleno de aceite. Al final del ducto menor se coloca una válvula de descarga, la cual regula la salida de gas del estator al recipiente. El recipiente a su vez tiene salida al exterior de la bomba.

El funcionamiento de la bomba de paletas rotatorias es sencillo: al girar el rotor provoca que las paletas se deslicen sobre las paredes del estator, con una presión uniforme debido al resorte que sostiene a las paletas, esto permite la entrada del gas entre el estator y el rotor; después se mueve el volumen de gas contenido en esta región hasta la salida del estator. La figura 2 muestra su operación en detalle.

**Figura 2. Funcionamiento de la bomba de paleta rotatoria**



Fuente: [http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/131/htm/sec\\_8.htm](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/131/htm/sec_8.htm)

#### **1.4 Gases médicos**

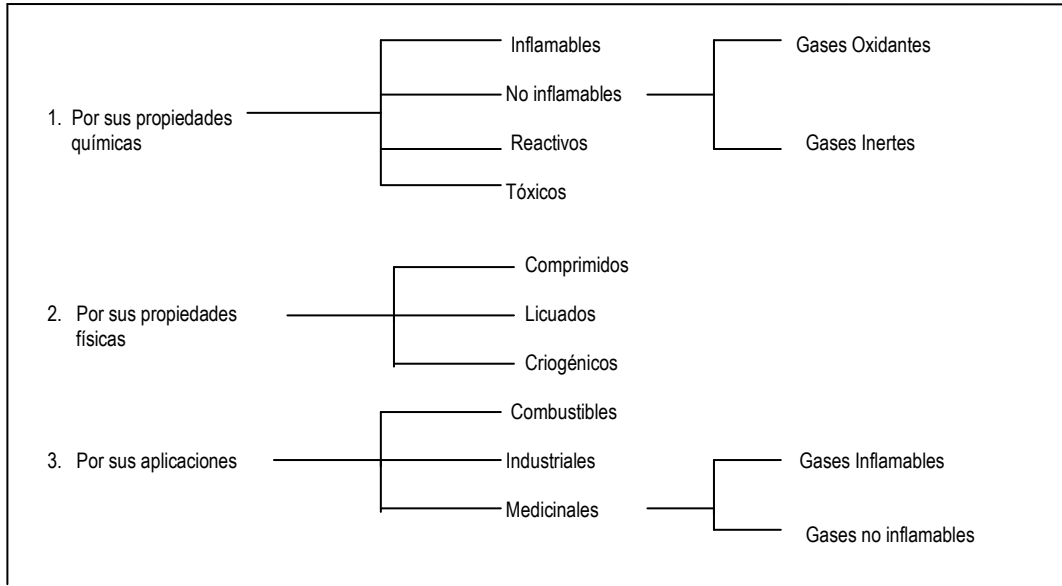
De las muchas ideas que vienen a la mente al oír la palabra gas, probablemente ninguna permita construir un concepto adecuado de lo que es en realidad un gas.

Gas, es un término que describe el estado físico de una sustancia que no tiene forma o volumen definido en sí mismo, que puede adaptarse a la forma y volumen de un recipiente cualquiera; son compresibles y se pueden almacenar bajo esta condición, tomando en cuenta los cuidados que se le deben de dar de acuerdo con su tipo.

Como toda sustancia, los gases se pueden clasificar; en la figura 3 se muestra la manera en que los pueden clasificar.



**Figura 3. Clasificación de los gases por sus propiedades y aplicaciones**



**Fuente:** Organización panamericana de la salud. Consultoría en instalación, conservación, mantenimiento y reparación de equipo médico, gases médicos o medicinales. Segunda etapa 22 agosto – 21 octubre, 1988 . Pág 4.

De la figura anterior, en la clasificación de los gases según sus usos, destaca el que interesa en este trabajo, el de los gases médicos o medicinales.

Los gases médicos o medicinales, son aquellos que se usan con fines terapéuticos o médicos y su uso en los hospitales es la aplicación más conocida. Estos se subdividen en gases médicos inflamables y no inflamables.

Para los alcances del presente trabajo, no se consideran los gases médicos inflamables, solamente se dirá que los más usados son el etileno y ciclo-propano, ya sea como combustibles o como anestésicos.

### **1.4.1 Tipos más comunes de gases médicos no inflamables usados en hospitales**

Se ha visto que el uso de los gases, para fines terapéuticos o quirúrgicos, presta un gran servicio, no solo en la recuperación de la salud del paciente, sino también creando estados de inconciencia que evitan el sufrimiento del paciente cuando es sometido a procedimientos quirúrgicos. A continuación se describen algunos de los gases más comunes usados en la medicina.

#### **1.4.1.1 Oxígeno**

Su símbolo es  $O_2$ , es un gas elemental, incoloro, inodoro, insípido, de vital importancia para la vida y para la combustión. Si se exceptúa a los gases nobles o inertes, todos los elementos se combinan con el oxígeno, y en su mayoría, forman los óxidos.

El oxígeno puro no es inflamable, pero el comportamiento de materiales inflamables en el aire, se queman más fuerte ante una atmósfera de oxígeno; y otros como las grasas y aceites reaccionan violentamente, explotando ante la presencia de oxígeno. En el mercado se le puede conseguir de las siguiente manera:

- a. Tipo I : oxígeno gaseoso, en cilindros a una presión de 2200 psi.
- b. Tipo II : oxígeno líquido, como gas criogénico a una presión de 250 psi.

Se usa en la medicina, porque tiene un efecto tonificante y se aplica en casos de asfixia y en mezcla con otros gases para procedimientos de anestesia; pero se advierte que un uso continuado durante un período de tiempo mayor a cinco horas, a altas concentraciones, no es recomendable. Se especifica que debe tener una pureza del 99% como mínimo y no debe contener impurezas tóxicas.

En estado gaseoso, el oxígeno no es corrosivo, por lo que se puede almacenar en recipientes de materiales metálicos comunes, cuyo diseño soporte las altas presiones que se involucran en su manejo y almacenamiento.

En el caso del oxígeno líquido criogénico, la temperatura en que se tiene hace que los aceros al carbón se fragilicen, por lo que se debe usar materiales como acero inoxidable tipo 18-8 otras aleaciones metálicas como níquel-cromo, cobre, monel, bronce, aluminio y otros.

Tener contacto en la piel con el oxígeno líquido, tuberías o recipientes no aislados que le contengan, causa graves quemaduras. Se recomienda que grasas y aceites no tengan contacto con altas concentraciones de oxígeno, pues se corre el riesgo de explosión.

#### **1.4.1.2 Aire**

Es un constituyente natural de la atmósfera terrestre, es incoloro e inodoro, pero en estado líquido es transparente con tono azulado; se compone de varios gases, pero comúnmente se acepta la siguiente composición:

- a. En volumen, 79% de nitrógeno y 21% de oxígeno.
- b. En peso, 76.8% de nitrógeno y 23.2% de oxígeno.

Su aplicación varía desde su utilización en los respiradores, hasta como fuente de potencia de algunos equipos neumáticos de uso médico. No es tóxico o corrosivo, se puede almacenar en recipientes de materiales metálicos comunes, y se puede purificar por medio de químicos, y comprimir por medio de compresores de aire médico. Se especifica que el aire debe estar libre de partículas de aceite.

### **1.4.1.3 Óxido nitroso**

Su símbolo es  $N_2O$ , y es un gas que en condiciones normales, es incoloro, de olor y sabor ligeramente dulce. No es tóxico e irritante, es estable y por lo general inerte.

El uso médico más conocido del  $N_2O$ , es el de anestésico o analgésico, en combinación con el oxígeno. Si se inhala a altas concentraciones, produce una sintomatología similar a la de una intoxicación alcohólica. Se le conoce como gas hilarante o de la risa, pues uno de sus efectos es el de causar risa en quién lo inhala.

Si se suministra sin oxígeno de forma continuada, puede causar asfixia, y en estado líquido se evapora tan rápido, que un contacto prolongado con la piel puede causar su congelamiento. Se exige para administrarlo al paciente, una pureza del 97% como mínimo y que se encuentre libre de impurezas tóxicas.

El  $N_2O$  no es corrosivo, pero tiene propiedades oxidantes que se deben de tener en cuenta en su almacenamiento, para tomar las precauciones debidas. Se debe evitar al máximo el contacto con grasa, aceites o materiales de fácil combustión.

#### **1.4.1.4 Dióxido de carbono**

Su símbolo es CO<sub>2</sub>, se compone de carbono y oxígeno en proporción de peso de 27.3% de carbono y 72.7% de oxígeno. En condiciones atmosféricas normales, se comporta como un gas incoloro, con sabor y olor ligeramente picante.

No es tóxico ni reactivo, no se quema y no sostiene la combustión, y al disolverse en agua, forma ácido carbónico. Puede existir de manera simultánea, como sólido, líquido y gas en su punto triple, que se logra a los 56.6°C y a una presión de 60.4 psi.

Se le consigue en el mercado en los siguientes tipos:

- a. Tipo I : CO<sub>2</sub> gaseoso en cilindros a temperatura ambiente.
- b. Tipo II : CO<sub>2</sub> líquido a temperatura inferior a la ambiente, en containers.
- c. Tipo III : CO<sub>2</sub> sólido, mejor conocido como hielo seco.

El CO<sub>2</sub> estimula las funciones vitales, incluyendo la respiratoria, regula la circulación sanguínea y la acidez de los fluidos del cuerpo humano. Se debe administrar con un pureza mínima del 99%.

#### **1.4.1.5 Otros tipos de gases médicos no inflamables**

Otros gases utilizados con fines médicos o terapéuticos, son el nitrógeno, el helio y las mezclas.

El nitrógeno es incoloro, inodoro e insípido, no es tóxico y casi totalmente inerte, su símbolo es  $N_2$ . Se le utiliza como propelente de instrumentos quirúrgicos, puede actuar como asfixiante y en concentraciones altas puede provocar inconciencia. Al igual que el oxígeno, se puede mantener en condiciones de gas o líquido criogénico, y se deben acatar las mismas recomendaciones dadas para el oxígeno.

El helio, cuyo símbolo es He, es incoloro, inodoro e insípido, químicamente inerte y puede estar en estado líquido a temperaturas cercanas al 0 absoluto, no es inflamable y ligeramente soluble en agua.

Su capacidad de disminuir el peso específico de una mezcla de gases de la que es parte, es la razón por la que es usado combinado con el oxígeno en la medicina en casos de obstrucción respiratoria, pero en exceso puede causar asfixia. Se difunde a través de la piel y del caucho. Debe tener una pureza del 95% y libre de partículas de aceite.

Las mezclas que se pueden obtener de gases, pueden ser de gas con gas, gas con líquido y líquido con líquido, las más comunes son:

- a. Mezcla oxígeno / helio: contiene un 80% en volumen de He y un 20% de O, de composición gaseosa y se usa para tratar desórdenes respiratorios.
- b. Mezcla oxígeno /  $CO_2$  : con concentraciones de  $CO_2$  que van del 2% al 12%, se usan en procesos de recuperación post operatoria y en aplicaciones terapéuticas específicas. Para porcentajes mayores del 7% se utilizan en laboratorios o proyectos experimentales.

### **1.4.2 Lugares de instalación**

Los lugares de instalación de válvulas de salida de oxígeno y óxido nítrico se determinarán de acuerdo con las tablas que aparecen en el anexo 1, en donde se consignan los requerimientos de oxígeno, óxido nítrico, aire comprimido y succión para un hospital y para un sanatorio de gineco-obstetricia.

### **1.4.3 Centrales de abastecimiento**

Las centrales de abastecimiento son la fuente central de suministros, con el equipo respectivo de operación y control, como los compresores de aire médico, bombas de vacío, manifold de distribución de gases. En el caso del hospital, existe solamente oxígeno.

Desde este punto, se distribuye al sector por medio de tuberías, monitorizados constantemente por sistemas de control de operación y sistemas de alarmas, hasta llegar a las estaciones de salida o tomas, donde el usuario inserta los aparatos, de acuerdo al tipo de servicio necesario que presta el área de gases médicos.

### **1.4.4 Requerimientos generales para las centrales**

Las centrales para que presten un buen funcionamiento deben cumplir lo siguiente:

- a. Deberá estar en un lugar accesible para facilidad de carga y descarga de cilindros o de llenado del tanque.
- b. Estará adecuadamente ventilado el exterior.
- c. Las dimensiones convenientes se aconsejan en el anexo 2.

- d. Cuando los locales están situados cerca de fuentes de calor como incineradores, calderas, etc deberán construirse de tal forma que protejan a los cilindros de sobrecalentamiento.
- e. No estarán adyacentes a tanques de combustible.
- f. No deberán estar situados cerca de transformadores o líneas eléctricas sin forro.

Las centrales de abastecimiento deben incluir: cilindros, cabezales de distribución, equipo regulador de presión, válvulas de seccionamiento, y válvulas de alivio de presión Y los equipos que prestan los servicios de gases médicos, como compresores bombas de vacío. El anexo 3 aconseja las dimensiones convenientes de esos equipos.

Las conexiones para recibir los cilindros deberán ser las específicas tanto para oxígeno como para óxido nitroso, con objeto de evitar que cilindros de un gas determinado se puedan conectar a cabezales de la red destinada a otro gas. El equipo regulador de presión debe instalarse después de cada bancada y a la salida del tanque de oxígeno líquido y tiene que tener una presión de salida de  $3.87 \text{ Kg/cm}^2$ , que son  $55 \text{ lbs/pulg}^2$ .

Antes de la válvula reguladora de presión se instalará una válvula de seccionamiento y después de la válvula reguladora se instalarán una válvula de retención y una válvula de seccionamiento.

Después de la válvula reguladora de presión y de la válvula de seccionamiento se instala a continuación una válvula de alivio de presión calibrada a  $5.8 \text{ Kg/cm}^2$  o sea el 50% mas de la presión de salida de la válvula reguladora. Ella se deberá cerrar automáticamente una vez eliminado el exceso de presión. La localización de estas se muestra en el anexo 4.



Cuando la capacidad de los cilindros sea mayor de 55 metros cúbicos de gas, el escape de la válvula de alivio de presión se llevará fuera del edificio. Esta válvula de alivio será de bronce o latón y especialmente diseñada para el servicio de oxígeno.

#### **1.4.5 Fuentes de suministro**

Existen diferentes tipos de fuentes de suministro de gases médicos, entre las de uso más común tenemos las siguientes:

##### **1.4.5.1 Sistemas de suministro para oxígeno**

Dentro de un hospital, es común que se utilicen tres tipos de sistemas para el suministro centralizado de oxígeno por medio de un sistema de tuberías:

- a. Sistema de cilindros sin suministro de reserva.
- b. Sistema de cilindros con suministro de reserva.
- c. Sistema de suministro de gran volumen.

###### **1.4.5.1.1 Sistema de cilindros sin suministro de reserva**

Los cilindros de oxígeno se conectan a un manifold de distribución, y se encuentran separados en dos bancos, el primario y el secundario, con un cabezal común, con los dispositivos de operación y control necesarios, tales como válvulas de retención o cheques, válvula de corte, reguladores de presión y otros.

Al principio, se consume el banco de cilindros primario y al acabarse su suministro, automáticamente empieza a suministrar oxígeno el banco secundario, mientras se sustituyen los cilindros vacíos del banco primario. El esquema de esta instalación se presenta en el anexo 5.

#### **1.4.5.1.2 Sistema de cilindros con suministro de reserva**

Su funcionamiento y disposición de los bancos es similar al anterior, con la diferencia que este sistema agrega un banco extra conocido como de reserva, que funciona al momento en que los dos bancos, primario y secundario, suspenden el servicio. Esta situación no se considera normal, y constituye una emergencia.

Además de los dispositivos de control mencionados con anterioridad, se debe poner una unidad de control automático, interruptores de presión y alarmas. El esquema de esta instalación se presenta en el anexo 6.

#### **1.4.5.1.3 Sistema de suministro de gran volumen**

Para este sistema, es necesaria la presencia de fuentes de suministro permanente y es común encontrarlos del tipo alternante y del tipo continuo.

El tipo alternante, permite que las unidades se alternen en el servicio, por ejemplo, si se acaba el banco primario el secundario se convierte en primario, hasta que se logre el reemplazo de los cilindros del banco.

Se requiere que el banco secundario y el de reserva tengan la capacidad de mantener la demanda por un período de más de 24 horas de servicio.

En el caso del tipo continuo, se constituye por una o dos unidades permanentes que suministran el oxígeno, mientras que se mantiene una unidad en la reserva para los casos de emergencias.

Actualmente este sistema se apoya en un tanque de oxígeno líquido como fuente continua y bancos de cilindros como reserva de emergencia. El esquema de esta instalación se presenta en el anexo 7.

#### **1.4.5.1.4 Tanque de oxígeno líquido**

Actualmente, se ha comprobado que el uso de tanques de oxígeno líquido constituyen el método más eficiente y moderno para almacenar y distribuir oxígeno usado con fines terapéuticos y medicinales.

El rendimiento del oxígeno comparado con el gaseoso es de un pie cúbico de oxígeno líquido por 860 pies cúbicos de oxígeno gaseoso; por ende, sus instalaciones son pequeñas y no requieren más que una mínima atención del personal de mantenimiento del hospital, pues se instala y mantiene por técnicos especializados de la empresa productora del gas. Son confiables y aseguran un suministro constante e interrumpido a un bajo costo.

Estos deben operar a temperaturas de  $-297^{\circ}\text{F}$ , para mantener al oxígeno en estado líquido a presiones de 250 psi.

Los tanques consisten en un tanque interior de acero inoxidable, suspendido dentro de una cubierta exterior de acero, y entre ellos, se encuentra un espacio en alto vacío que contiene material aislante y la combinación de ambos, reduce la penetración enormemente de calor hacia el tanque interior, ayudando a mantener el oxígeno en estado líquido.

El flujo de líquido se mantiene monitoreado por controles automáticos, que regulan su paso a través del vaporizador, donde se convierte de oxígeno líquido en gaseoso. En el anexo 8 se consideran las dimensiones del tanque para el diseño.

#### **1.4.5.2 Sistema de suministro de aire comprimido médico o medicinal**

Al principio, el suministro de aire comprimido se efectuaba haciendo uso de cilindros, que suministraban aire de alta limpieza, estéril, confiable, puro y bien seco. Estas eran las condiciones que no permitían pensar en hacer uso de tuberías, pero con el tiempo, es de común uso el sistema de tuberías, debido a que el diseño fue mejorando hasta lograr las condiciones que se requerían para el aire. El anexo 9 presenta el esquema de instalación del suministro de aire comprimido medicinal.

Actualmente el aire se produce en compresores libres de aceite, a presiones de 100 psi, con caídas máximas de 5 psi; y se presentan en unidades duplex, o sea dos cabezales unidos para funcionar al mismo tiempo. Es indispensable que los compresores de aire médico trabajen sin aceite, ya que las partículas del mismo podrían contaminar las tuberías y tomas, lo que representa un peligro latente para el paciente.

En la actualidad se utilizan cabezales con camisas de hierro y pistones de teflón, esta combinación se hace necesaria para evitar el desgaste dentro de la camisa del cilindro y que el pistón debido al calentamiento se deforme. Muchos compresores tiene el sistema de enfriamiento por aire en sus cabezales.

El aire debe ser lo más seco posible para evitar condensaciones en los aparatos y equipos que le usan, por lo que se recomienda el uso de secadores o deshumidificadores antes de que el aire proveniente de tanque ingrese al sistema, además del uso de filtros que evitan que ingrese aire contaminado al sistema. En la figura 4 se observa un compresor típico de aire médico.

**Figura 4. Compresor de aire médico**



Fuente: [www.inframedica.com/productos/equipo\\_medicos/compresores.htm](http://www.inframedica.com/productos/equipo_medicos/compresores.htm)

### **1.4.5.3 Sistema centralizado de succión o vacío**

La utilización del vacío para procedimientos de succión a pacientes sometidos a tratamientos médicos o quirúrgicos es algo muy común en los hospitales, y es posible gracias al uso de bombas de vacío. El anexo 10 presenta el esquema de instalación del suministro del sistema centralizado de vacío.

Se diseñan para diferenciales de 6 "Hg, con caídas máximas de 4"Hg. La colecta del material succionado, es común que se efectúe por medio de botellas de recolección que se colocan en las tomas.

Normalmente las bombas que se instalan son del tipo duplex, ya que este sistema ofrece las ventajas de proteger de operación excesiva de arranque y parada al motor, prolongando la vida útil del sistema y asegurando la probabilidad de mantener una unidad de reserva.

Para este sistema, no es necesario que cada bomba satisfaga el 100% de la demanda del sistema, basta con que cubra 2/3 de la demanda total calculada. En la figura 5 se observa una bomba de vacío típica para el uso de hospitales.

**Figura 5. Bomba de vacío de uso hospitalario**



Fuente: [www.inframedica.com/productos/equipo\\_medicos/compresores.htm](http://www.inframedica.com/productos/equipo_medicos/compresores.htm)

Es necesario mencionar, que el sistema de tuberías para oxígeno, vacío y aire médico, utiliza tubos de cobre del tipo “K” o “L”.

#### **1.4.6 Sistemas de alarma**

Es necesario el uso de sistemas de alarmas, porque su propósito es el de asegurar una vigilancia continua y un monitoreo responsable de las condiciones de operación de todas las redes de distribución de gases médicos.

Estas señales de alarma estarán conectadas a los sistemas eléctricos normales y de emergencia.

Debe existir una alarma operacional, colocada a la vista del operador, que controle el estado de operación de la fuente de suministro normal y la de la reserva. Además debe existir una alarma de área, que monitoree la presión existente en los ramales o locales de distribución del sector, y que debe estar a la vista de las enfermeras encargadas del mismo.

#### **1.4.7 Válvula de seccionamiento**

Son válvulas que interrumpen el suministro de gases médicos a determinada área del hospital, de manera que puedan ser vistas fácilmente, y su estructura debe ser de materiales removibles o frágiles, y debe contar con suficiente espacio que permita la operación manual de la misma. Véase la figura 6.

**Figura 6 Válvula de seccionamiento**



Se debe colocar en cada piso de encamamiento y en salas grandes se recomienda la colocación de dos tomas; se colocan también en salas de parto, quirófanos y salas de terapia intensiva.

Antes de la válvula reguladora de presión se instalará una válvula de seccionamiento, y después de la válvula reguladora se instalarán una válvula de retención y una válvula de seccionamiento.

Las válvulas deben ser accesibles a cualquier persona en cajas de válvulas con ventanas que se puedan romper fácilmente y lo suficientemente grandes que permitan su operación manual.

#### **1.4.8 Tomas**

Las tomas o estaciones de salida tienen como función, prestar el servicio dentro de las salas y secciones del hospital de gases médicos; y es común encontrar para oxígeno, vacío, aire médico, además de las que funcionan para los otros tipos de gases médicos. El anexo 11 presenta dimensiones para su instalación y el anexo 12 detalla algunas de sus funciones específicas, según su localización.

Existen según la colocación dentro de las salas, dos tipos; de pared, que comúnmente se instalan en muros de los cuartos de encamamiento, en intensivos, en quirófanos, pueden ser expuestas o empotradas.

Las del tipo cieliticas que son las que se instalan sobre cielos falsos, cielos rasos o techos, particularmente en quirófanos o salas de parto.

Si las instalaciones de gases médicos no tienen los elementos básicos para asegurar su adecuado funcionamiento, el mantenimiento pierde su eficiencia. El anexo 13 y 14 muestran los controles básicos para instalaciones de bombas de vacío y compresores de aire médico, que deben utilizarse como requisitos mínimos de instalación.



## 1.5 Equipos que utilizan gases médicos

Algunos de los equipos que son utilizados por gases médicos, aire médico o vacío son los siguientes:

- a. Aspirador de quirófano: se utiliza para succionar secreciones durante las operaciones, y se debe instalar uno por cada quirófano y uno por cada sala de parto.
- b. Aspirador de succión lenta gástrica: se utiliza para succionar secreciones internamente, por medio de sondas o externamente, por la aplicación directa sobre la herida, se utilizan en intensivos y encamamientos, y se calcula que su número debe ser del 75% del total de las camas instaladas.
- c. Aspirador de succión fuerte o de canastilla: se utilizan estos para la succión de flemas, se colocan en juego con las tomas de aire, y son utilizados en casi todas las zonas del hospital.
- d. Aspirador de succión torácica: uno por cada quirófano y el 40% del número de camas de recuperación post-operatoria.
- e. Equipo de inhalación de oxígeno de 0-5 litros/minuto: son usados en zonas de pediatría y en sala de partos, uno por cada sala, y su número debe de ser del 50% del número total de las salidas de oxígeno.
- f. Equipo de inhalación de oxígeno de 0-15 litros/minuto: se utiliza en pacientes adultos y su número corresponde al 50% del número total de salidas de oxígeno.

- g. Cateter para insuflación nasal de oxígeno: equipo complementario del de inhalación, ya sea de niños o de adultos, y que su número corresponde exactamente con el de los equipos de respiración.
  
- h. Brazo giratorio: elemento que evita que las mangueras que van de la tomas a los aparatos de un quirófano o sala de partos queden el en piso y con ello, causen accidentes; lo que es más cómodo ya que abarca mayor área por su acción giratoria.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS EN EL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS**

El Hospital General San Juan de Dios, es el hospital más grandes del país, no solo en infraestructura, sino en personal y número de pacientes que a diario hacen uso de sus servicios. Dentro de su organización, se destaca la gerencia de mantenimiento y servicios generales, ya que es la que engloba todas las tareas encargadas del funcionamiento del hospital, desde mantenimiento hasta la guardianía.

De ella depende directamente la jefatura de mantenimiento, quién es la responsable de velar por el buen funcionamiento de los equipos e instalaciones del hospital, así como la operación y supervisión del funcionamiento de equipos especializados como calderas, bombas de agua y equipos de gases médicos.

### **2.1 Organización del departamento de mantenimiento en el HGSJD**

De manera general, las funciones que desempeña el departamento de mantenimiento dentro del Hospital General San Juan de Dios, son las que se describen a continuación:

- a. Planificar y programar el mantenimiento en los equipos e instalaciones.
- b. Ejecutar el mantenimiento y reparación de infraestructura física, equipo e instalaciones.
- c. Operación de algunos equipos.

- d. Ejecución de métodos de supervisión y control, que verifiquen el cumplimiento de lo planificado.
- e. Adiestramiento de los usuarios y operadores del equipo.
- f. Asesorar técnicamente a la dirección en lo relacionado al mantenimiento y adquisición de equipos.

En el desempeño de las funciones anteriormente descritas, el departamento debe tomar en cuenta los siguientes tres aspectos importantes:

- A. Aspecto técnico: manteniendo en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y confiable; la infraestructura, equipos e instalaciones del hospital, para no interrumpir sus servicios.
- B. Aspecto social: contribuyendo a disminuir los costos totales de operación del hospital.
- C. Aspecto social: siendo conciente, que el hecho de que se presente una falla en infraestructura, equipos o instalaciones del hospital, produzca la pérdida de la vida del paciente o favorezca el contagio con otras enfermedades que pueden agravar la situación de salud del mismo, además del costo económico que puede representar este falla.

La estructura jerárquica del departamento de mantenimiento del hospital, se estructura de la siguiente manera:

- a. Puestos superiores: Gerente de mantenimiento y servicios generales, jefe de departamento, arquitecto (a) y supervisores de área.
- b. Puestos administrativos: asistente administrativo y secretaria.

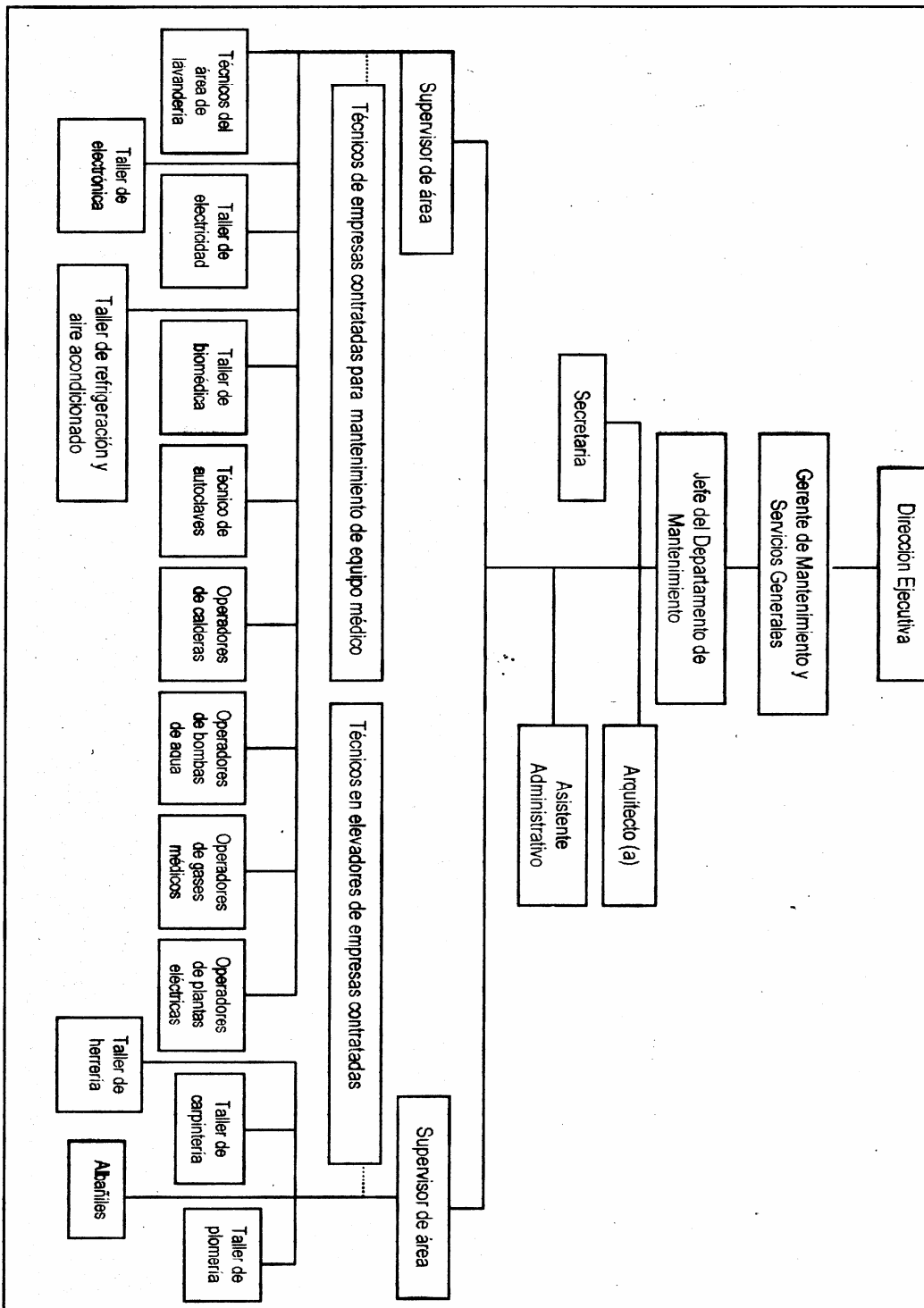
- c. Técnicos operarios de mantenimiento: técnicos de electricidad y encargados de taller, técnicos en electrónica y telefonía, técnicos en equipo médico o biomédica, técnicos en refrigeración y aire acondicionado, técnicos en equipo de esterilización o autoclaves, carpinteros, albañiles, plomeros y herreros.
- d. Operadores de equipo a cargo del departamento de mantenimiento: operadores de calderas, operadores de equipo de bombeo de agua, operadores de plantas eléctricas y operadores de gases médicos.

La figura 7 muestra el organigrama del departamento de mantenimiento.

En el organigrama, el departamento de mantenimiento depende de la división de mantenimiento y servicios generales, que depende directamente de la dirección ejecutiva.

El jefe del departamento se apoya en dos supervisores que controlan cada uno un área específica, donde los técnicos y operadores a su cargo, desempeñan las actividades propias; y en el arquitecto (a) quién tiene a su cargo los proyectos de diseño, construcción o remodelación del edificio del hospital. Actualmente varias empresas son contratadas por el hospital para brindar mantenimiento específico a equipos e instalaciones y deben reportar diariamente sus actividades directamente al supervisor del área correspondiente.

**Figura 7. Organigrama del departamento de mantenimiento del Hospital General San Juan de Dios**



Fuente: Hospital General San Juan de Dios, Departamento de mantenimiento. Manual organizacional y funcional del departamento de mantenimiento. Pág 7.

Por eso, en el organigrama se les muestra por medio de una línea punteada, debajo de los supervisores de cada área.

## **2.1.1 Organización del departamento de gases**

De acuerdo con la estructura jerárquica del departamento de mantenimiento del hospital , el departamento de gases se conforma por los operadores de gases médicos, quiénes dependen del supervisor asignado al área, quién está a las órdenes del jefe de departamento.

### **2.1.1.1 Definición del departamento de gases dentro de la organización del hospital**

El departamento de gases, concentra todos los servicios relacionados con los gases médicos del hospital, y en el caso particular del Hospital General San Juan de Dios, está a cargo de los servicios de gases médicos y oxígeno, aire médico y vacío.

### **2.1.1.2 Análisis de puestos**

Se define el puesto de operador de gases médicos como el trabajo técnico operativo que consiste en supervisar, controlar y ejecutar las actividades referentes al suministro de gases médicos del hospital.<sup>1</sup> Depende del jefe de mantenimiento y del supervisor de área asignado. Tiene como funciones, las siguientes:

- a. Suministrar los gases médicos del hospital.

---

<sup>1</sup> Hospital General San Juan de Dios. Departamento de mantenimiento. **Manual organizacional y funcional del departamento de mantenimiento.** (Guatemala: agosto de 2005) p. 40

- b. Controlar el ingreso y egreso de los tanques con carga de oxígeno y otros gases médicos hospitalarios.
- c. Velar por el perfecto estado de los tanques que suministran los gases médicos.
- d. Asesoría en las instalaciones de nuevas tuberías y accesorios de distribución de gases
- e. Otras que el jefe de departamento le asigne.

Tiene dentro de sus responsabilidades:

- a. Prestar el suministro de gases médicos necesarios al hospital.
- b. Brindar atención en casos de emergencia.
- c. Controlar el suministro de gases médicos.
- d. Llevar una bitácora con información relevante al proceso de operación del equipo, inconvenientes en el turno, etc.
- e. Presentar reportes mensuales de actividades operativas y de mantenimiento llevadas a cabo.

Tiene como atribuciones:

- a. Reportar anomalías en el uso del equipo y accesorios de suministros de gases médicos en los servicios.
- b. Revisión de la red de distribución de suministros de gases médicos y sus accesorios cuando crea conveniente y como resultado de una anomalía detectada.
- c. Cortar el suministro de gases médicos ante una situación de emergencia comprobada.
- d. Relaciones de índole técnico con proveedores.



- e. Reportar anomalías detectadas en los tanques con carga que suministran los proveedores.

El operador de gases médicos debe contar con título de bachiller industrial con experiencia en el puesto y en manejo de gases médicos.

Debe tener capacidad de trabajo bajo presión, conocimiento en el manejo y operación de equipo de gases médicos, responsable y colaborador, orientado al trabajo en equipo. Es necesaria experiencia de por lo menos un año en puesto similar.

Actualmente laboran en el hospital, 4 operadores de gases médicos, que trabajan en turnos de 24 horas por 72 horas de descanso, comenzando su turno a las 7 de la mañana. Los turnos se pueden acortar, debido a la necesidad de cubrir las vacaciones de los operadores.

## **2.2 Servicios que presta el departamento de gases dentro de un hospital**

Los servicios que presta el departamento de gases y sus operadores dentro de un hospital, los siguientes tres descritos corresponden a los más comunes.

### **2.2.1 Gases médicos**

Dentro del hospital, de los gases médicos o medicinales que existen, tiene uso mayor el oxígeno, cuya aplicación es terapéutica, por el efecto tonificante que produce.

Además es usado en casos de resucitación y como anestésico mezclado con otros gases, y su presencia es indispensable en intensivos y emergencias del área de pediatría, maternidad y adultos, así como en el ala de recién nacidos de maternidad. Los otros gases médicos que se usan son el dióxido de carbono, que se usa como estimulador y regulador de la respiración, y el óxido nitroso que se usa como anestésico.

### **2.2.2 Aire comprimido**

El aire comprimido medicinal, se distribuye libre de partículas de aceite, y sus usos son variados, ya sea en instrumentos quirúrgicos como succionadores-inyectores, ventiladores, aspiradores, taladros sierras; o como aire para respirar, cuando la necesidad del paciente, dicte cierta mezcla de aire con oxígeno. Es más usado por la pediatría y por la maternidad, en el caso del hospital.

### **2.2.3 Succión o vacío**

El objetivo del sistema de vacío, es que el personal médico disponga de medios convenientes y adecuados que permitan el drenado a un paciente en el momento y lugar requerido, por ejemplo:

- a. Salas de operaciones: para aspiraciones de tráquea, remoción de fluidos y sustancias indeseables del área de operación, implantación de tubos de drenaje gástrico, intestinal y pleural.
- b. Labor y partos: para remover los fluidos en conjunción con el nacimiento y aspiración del recién nacido.
- c. Encamamientos: para drenaje gastro-intestinal y pleural o remoción de flemas.

- d. Sala cuna: para aliviar problemas mucosos en la aspiración de los recién nacidos.

### **2.3 Inventario de las condiciones de los equipos**

En las visitas efectuadas al hospital, se determinaron las condiciones en que los equipos del departamento de gases funcionan. Estas se realizaron a principios de agosto de 2005. Como los equipos deben prestar sus servicios a diferentes departamentos del hospital, estos se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

- a. Área de adultos: aquí se encuentra el compresor de aire industrial, las bombas de vacío de adultos y una central de distribución de cilindros de oxígeno del tipo H con un manifold distribuidor de oxígeno.
- b. Área de pediatría: cuenta con un banco de 2 compresores de aire médico, un banco de 2 bombas de vacío, un manifold distribuidor de oxígeno y distribuye cilindros de oxígeno y otros gases médicos, tales como óxido nitroso ( $\text{NO}_2$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).
- c. Área de maternidad: cuenta con dos bancos, uno con dos compresores de aire médico y el otro con dos bombas de vacío y un manifold distribuidor de oxígeno. Véase figura 8.

Es necesario hacer notar que el manifold que se encuentra en cada una de las tres situaciones anteriormente descritas, recibe el oxígeno de un tanque criogénico donde se almacena, el cual se localiza en el estacionamiento.

**Figura 8. Centrales de abastecimiento del HGSJD**



Izquierda, Área de adultos. Centro, Área de Pediatría. Derecha, Área de Maternidad.

Este tanque está también a cargo de los operadores de gases médicos y vino a sustituir a los bancos de cilindros de oxígeno que cumplían esa función. De hecho, el banco de cilindros se mantiene en los tres lugares mencionados como reserva en casos fortuitos o emergencias.

Las condiciones en que se encontraron a los equipos durante la visita se describen a continuación:

**Área de pediatría:** los equipos se encuentran cubiertos por una estructura de block sin repello con ventanas y puertas de malla, y al frente y afuera de la estructura, se encuentran colocados los cilindros, protegidos por malla solamente. La condición de los equipos es la siguiente:

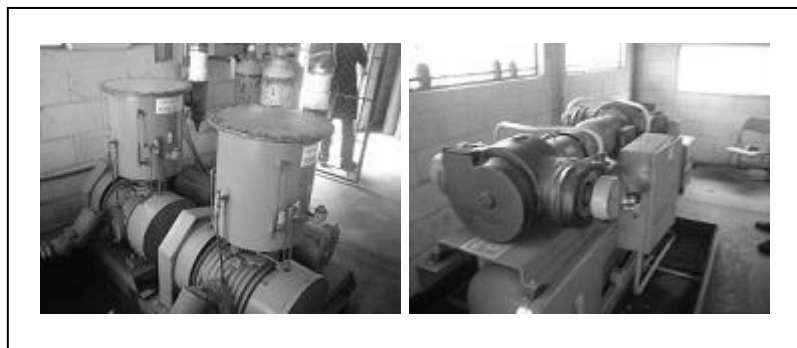
- a. Compresores: al momento de la última visita, una falla impedía el funcionamiento adecuado del banco de compresores, dicha falla se encontraba en la solenoide, la corrección se llevó a cabo en esa visita, dejando conectados ambos compresores para que funcionaran a la vez, para evitar un desgaste excesivo. Además, presenta un compresor exceso de calor y vibraciones anormales.

- b. Bombas de vacío: por indicaciones del operador, se hace constar que el banco que contiene las bombas se encuentra un tanto desnivelado, con relación a la bomba y el motor que la impulsa. Ambas bombas presentaban un arranque forzado y se encontraban limpias. Véase figura 9.

**Área de maternidad:** los equipos se encuentran en la planta baja del edificio de maternidad, en la esquina inferior. La condición de los equipos es la siguiente:

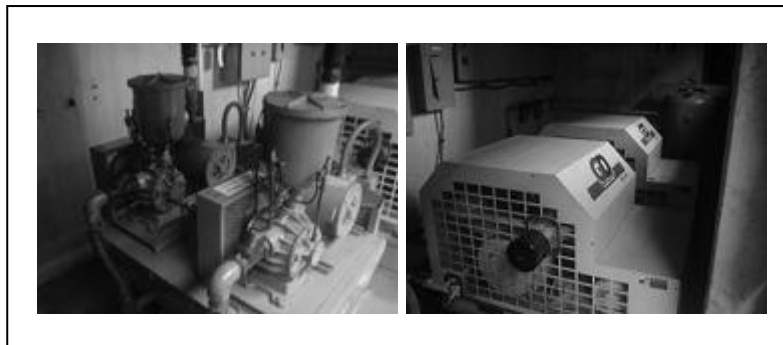
- a. Compresores: al momento de la visita, los compresores estaban trabajando forzados, debido a la falla que presentaban los compresores de pediatría, por lo que debían cubrir ambos servicios. Debido a lo anterior, presentaban un calor excesivo.
- b. Bombas de vacío: al momento de la visita, presentaban fugas de aceite, lo que causaba el calor con el que estaban funcionando. Tienen un arranque forzado, y por indicación del operador, se hace ver que necesitan mantenimiento debido a que el contrato de la empresa que lo hacía fue cesado. Véase figura 10

**Figura 9. Bombas de vacío y compresores de pediatría**



Izquierda, bomba de vacío. Derecha, compresor

**Figura 10. Bombas de vacío y compresores de maternidad**



Izquierda, bomba de vacío. Derecha, compresor

**Área de adultos:** Se encuentra en el primer nivel del edificio, por el lado de la salida de personal de la primera avenida. Consta de dos apartados vecinos pared con pared. En el apartado que da hacia el edificio se encuentran las bombas de vacío y el compresor, y en el apartado que da hacia el parqueo, la central de distribución de oxígeno.

En esta parte se encuentra ubicada también el área donde los operadores se encuentran durante su turno. El compresor, indicó el operador, no ha recibido mantenimiento muy seguido y se utiliza como aire industrial; las bombas de vacío no presentaban alguna anomalía. Es necesario decir, que los cilindros se colocan afuera de la central, sin protección alguna en contra de la inclemencias del tiempo.

#### **2.4 Descripción de los equipos que actualmente prestan servicio dentro del área de gases del HGSJD**

La descripción de los equipos, tanto de aire comprimido y vacío se presenta a continuación.

### **2.4.1 Características técnicas**

La sección de adultos tiene los siguientes equipos:

- a. 1 equipo de aire comprimido marca BOGE, que se integra por; un tanque modelo 500 serie D2091, una plataforma de cabezal tipo SEM770-25/500 serie 2396952 y un cabezal tipo SKM serie 263668.
- b. 1 equipo de vacío marca AIRCO OHIO que se integra por; bomba de vacío modelo PBM-SL-1200-V-240 serie bomba CCF-02866 GK, CCF-022757-GF receptor serie 81260B, un equipo distribuidor de oxígeno marca AIRCO OHIO UNIMATIC II modelo 02-W72 serie AGGH00118, ciento ocho cilindros para oxígeno con capacidad para 50 litros manifold.
- c. 4 bombas rotativas de desplazamiento marca Riestchle, con motores de 7 ½ hp.

En el área de maternidad se cuenta con los siguientes equipos:

- a. 1 bomba de vacío marca Thomas Industries modelo 106UVDAATMM23013160, 2 unidades de succión montadas sobre la plataforma y control eléctrico serie 192004.
- b. 2 compresores de aire marca Gartner Denver.

En el área de pediatría se cuenta con los siguientes equipos:

- a. 1 compresor de aire médico marca Thomas modelo EP-3BA008DAIM tipo duplex serie 185311 y 1269707 de 2 cilindros por cabeza, motor eléctrico por unidad enfriado por inyección de aire.

- b. 1 bomba de vacío marca Thomas modelo 106-ERVESD-200 serie 1278680.

Los compresores mencionados, trabajan libres de aceite. En cuanto a las tomas, son usados tres diferentes tipos:

- a. Del tipo Chemetron: usadas en el edificio nuevo, emergencias, intensivos, coronarios y diálisis.
- b. NCG Chemetron; usadas en la emergencia de maternidad.
- c. Chemetron: usadas en pediatría, trauma, hematología y labor y partos. Véase figura 11.

**Figura 11. Tomas usadas en el hospital San de Dios**



#### **2.4.2 Definición del equipo**

La información siguiente se incluyó en el capítulo anterior.



### **2.4.3 Pruebas de funcionamiento**

Los operadores ejecutan la siguiente prueba; abren la válvula de purga de la línea de distribución, ya sea el compresor o bomba de vacío, cuando paran los equipos. Cierran la válvula en el momento en que entra a funcionar el equipo. La instalación de los equipos es duplex, por lo que se espera que al abrir de nuevo la válvula, funcione el otro cabezal o bomba. Si esto no sucede, existe una anomalía.

### **2.4.4 Requerimientos de instalación existentes**

Los equipos se encuentran funcionando, bajo las siguientes condiciones de instalación:

- a. Compresores: Cargan a una presión máxima de 120 psi, con una caída de presión máxima de 20 psi; se entrega para el consumo a 60 psi. Tienen un flipón de 3 x 60 amperios instalado, para el motor.
- b. Bombas de vacío: La carga mínima es de 16 pulgadas de mercurio y la máxima es de 20 pulgadas de mercurio. Tienen un flipón de 3 x 70 amperios instalado, para el motor de 7.5 hp.
- c. Oxígeno: Viene del tanque a presiones entre 100 y 90 psi al manifold, de allí sale entre 60 psi a 70 psi. Los cilindros traen cargas de 2000 libras, y es igual en los cilindros de aire comprimido. Se usan del tipo H, D y E.

### **2.4.5 Medidas de seguridad**

Las medidas de seguridad que se consignan para el área de gases son importantes, y se explican de manera detallada en tema 4.4 Programa de medidas de seguridad.

### **2.5 Descripción del programa de mantenimiento actual**

En el hospital no existe una documentación, o por lo menos, los entrevistados no dan una referencia exacta de su existencia, donde se pueda observar el detalle de las rutinas de mantenimiento propuestas para los equipos del área de gases. Por referencias de los entrevistados y observación propia, se sabe que el mantenimiento de los equipos de gases médicos lo proporciona una empresa externa, y recientemente ha terminado su contrato.

Curiosamente, se ha tenido acceso a la subasta pública efectuada en guatecompras, donde el hospital saca a licitación el servicio de mantenimiento del gases médicos. En la misma se detallan los servicios de mantenimiento que debe prestar la empresa que gane la licitación. Estos datos se pueden considerar como el programa de mantenimiento actual y a continuación se detallan:

#### **Mantenimiento preventivo mensual <sup>2</sup>**

- a. Limpieza del colador de tela metálica o filtros.
- b. Ajuste del nivel de aceite.
- c. Medición de los rangos de arranque y paro de los equipos.
- d. Limpieza de condensador, aletas y serpentines. (secador)
- e. Limpieza del intercambiador de calor y su ventilación. (secador)

---

<sup>2</sup> Ver página [www.gaurecompras.gt/concursos/files117/BASES%20MEDICOS%20%Y%20VACIO.doc](http://www.gaurecompras.gt/concursos/files117/BASES%20MEDICOS%20%Y%20VACIO.doc)

- f. Verificación de la presión regulada de suministro al sistema.
- g. Verificación del funcionamiento de las alarmas lumínicas y sonoras.
- h. Verificación de la temperatura, tanto externa del motor, como de la bomba para verificar si no pierde la viscosidad el aceite.
- i. Y los equipos que tengan mecanismos móviles para su uso, lubricarlos y verificar su funcionamiento por ejemplo: Ejes, acoples, partes móviles, sellos, cojinetes, bujes u otras cosas.
- j. Verificación del estado de los cojinetes del motor como de la bomba y si es necesario cambiarlos.
- k. Inspección de válvulas de seguridad, filtros de aire.
- l. Inspección de tableros de mandos eléctricos, medición del consumo eléctrico de los motores, revisar indicadores visuales.
- m. Lubricación de mecanismos móviles como ejes, bujes, cojinetes, u otros que lo ameriten.
- n. Limpieza de áreas para facilitar la ventilación para los equipos.
- o. Verificación y comprobación del ciclo de funcionamiento.
- p. Limpieza a fondo de las trampas de Agua o aceite del sistema de alimentación y descarga de los equipos.
- q. Verificación de la presión de suministro del Aire y succión de vacío del sistema.

## **2.6 Situación en que se brinda el mantenimiento actualmente**

Se ha mencionado que los servicios de mantenimiento, anteriormente han sido adjudicados a empresas particulares, quienes tiene a su cargo desarrollar todas las actividades y rutinas propuestas para cada equipo. Por observación propia, estos trabajos se realizan sin la presencia de los operadores de gases médicos. Estas empresas también atienden las emergencias que se presenten a cualquier hora.

Pero a principios del año 2005, el contrato fue terminado y la empresa dejo de prestar el servicio.

El hospital sacó a licitación el servicio, y de las bases que se tienen fue que se sacaron las rutinas que se describen en el inciso precedente, pero hasta la fecha, no hay información si ha sido adjudicado.

Sin necesidad de muchas explicaciones, es factible ver, que existe una interrupción de los servicios de mantenimiento a los equipos, ya que este no se ha aplicado con la regularidad que se venía haciendo, lo que trae a colación algunos de los problemas que se han descrito anteriormente.

Es preciso decir, que a pesar de que no se ha llevado a cabo el mantenimiento de manera regular, se han hecho esfuerzos para desarrollar actividades enfocadas a reparar fallas y necesidades apremiantes que se presentan, como el control de niveles de aceite y limpieza de trampas y filtros; pero no constituyen actividades que correspondan a un programa ya establecido, sino contingencias ante las circunstancias.

## **2.7 Fallas más comunes de los equipos**

Muchas veces el descuido humano, provoca la alteración del orden dentro de un sistema, causando anomalías y convulsiones que crecen directamente proporcional al tamaño del descuido. Pero hay algunas fallas que pertenecen a situaciones inevitables desencadenadas por fenómenos que el ser humano no puede controlar.

Todo sistema está propenso a cualquier tipo de falla, ya sea humana o debida a fenómenos naturales; eso es seguro, pero si conocemos los puntos de mayor incidencia o las acciones que las provocan, podemos prepararnos para enfrentarlas y volverlas realmente inocuas.

No se debe pensar en que se van a eliminar completamente, se debe pensar en que hará lo necesario para que no se vuelvan parte de lo cotidiano y lo normal.

### **2.7.1 Clasificación de fallas**

Se puede hacer una clasificación de las fallas de la siguiente manera:

- a. Provocadas : estas pueden ser comunes y no comunes.
- b. No provocadas: comunes y no comunes.

Las fallas provocadas comunes son aquellas que se producen por el servicio continuo de cada equipo, por ejemplo, filtros tapados, sellos rotos, caídas de presiones y otras. Las fallas provocadas no comunes, provienen del mal uso que se le da a los equipos por parte de los usuarios o de los operadores del servicio; por eso son no comunes, porque no debe ser normal prestar servicio bajo condiciones no adecuadas provocadas con o sin conocimiento.

Acerca de las fallas no provocadas comunes, se deben a fenómenos producidos por agentes que no se pueden controlar, pero que afectan el entorno del hospital, por ejemplo, gran diferencia entre los picos de tensión, picaduras del tubo, ruptura de tuberías por fragilización y otros.

Ahora bien, las no provocadas no comunes, engloban a las que se producen a consecuencia de los efectos de fenómenos naturales, tales como inundaciones o terremotos o todas aquellas situaciones que no se pueden controlar y que se dan como consecuencia de estos fenómenos, por ejemplo cortes de energía eléctrica, daños al sistema y sus instalaciones, etc.

### **2.7.2 Tipos más comunes de fallas y sus causas**

A continuación se presentan algunas de las fallas más comunes:

- a. Presión inadecuada: una de las condiciones de mal funcionamiento más común, puede deberse a errores humanos, como cierres accidentales de válvulas, ajuste no apropiados del regulador de presión principal de la línea, fallas en el equipo, como empaques o sellos en mal estado en el compresor, o en el caso de un vacío inadecuado que se hayan trabado las paletas de la bomba de vacío; problemas con las electroválvulas, problemas con los controles automáticos del manifold, obstrucciones en la tubería.
- b. Fugas: su presencia es común, y se presentan desde la fuente de suministro hasta la última toma del sistema; son muy costosas y provocan peligro debido a la acumulación de gases en espacios cerrados. Es frecuente que las causas se deban a malas conexiones de mangueras y de problemas en las válvulas de las tomas.
- c. Mal funcionamiento de las alarmas: es común este problema, al igual que las falsas alarmas y se debe a la inadecuada calibración de los sensores de presión de línea.

- d. Fallas eléctricas: en el caso de los compresores y de las bombas de vacío, estas son las más frecuentes, que provocan paros en su funcionamiento haciendo inestable el servicio; se deben a malas conexiones en las cajas o falsos contactos, alambres salidos, fluctuaciones en el voltaje de entrada, mal diseño de la instalación o fases que se hayan dañado e el motor eléctrico.
  
- e. Cruce de gases: produce consecuencias graves y se presentan en mayor número los casos, cuando se distribuye el oxígeno y el nitrógeno por tuberías, y es debido al cruce de mangueras en los distribuidores.
  
- f. Gases contaminados: ya sea por partículas, gases o bacterias, ocasionan daños a equipos y pacientes; se deben a la utilización de solventes para limpiar las tuberías, por partículas atrapadas dentro del sistema, ya sea en accesorios, tuberías y válvulas antes de su instalación y la ausencia o mal uso de los filtros en las líneas de distribución que controlen la presencia de bacterias.





### **3. PROPUESTA Y DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA DE GASES**

El conocimiento del principio de funcionamiento de los principales equipos, y de la manera en que prestan servicio en la actualidad, determina los pasos necesarios para la mejora.

La mejora, además del esfuerzo común de todos dentro del hospital, necesita de tiempo; tiempo para crecer y afianzarse dentro de la conducta, tiempo para madurar y empezar a producir frutos, tiempo para redescubrirse a sí misma y propiciar su evolución.

La propuesta del programa de mantenimiento, debe ser un documento, que permita dar parámetros para la mejora en el futuro. Esta, se compone de manuales que describen sus normas y las rutinas que deben ser aplicadas, y su descripción. Se le agregan sus ventajas y desventajas.

#### **3.1 Formatos para el registro del control de servicio de mantenimiento del área**

La información generada de cada rutina o procedimiento, constituye un bien valiosos al que se le debe dar importancia. Sirve como referencia y control. El uso de esta información, ayuda a determinar posibles mejoras al programa y controlar los trabajos que efectúan las empresas privadas que son contratadas para el llevar a cabo determinadas tareas de mantenimiento.

Considerados de importancia, el uso y diseño de los formatos se describe dentro el tema 5.1 Plan de supervisión del programa, donde son ampliamente tratados esos tópicos. Los operadores reportan las vicisitudes sucedidas durante el transcurso de su turno en una bitácora, la cuál se considera una fuente de información que no será modificada.

### **3.2 Elaboración de manuales**

La propuesta de la elaboración de manuales, consta de una parte dedicada a las consideraciones generales propias de los manuales y de otra enfocada a describir las rutinas o recomendaciones propias de cada manual.

Muchas de la rutinas se describen en diferentes temas contenidos en los capítulos siguientes, debido a su extensión, para una mejor presentación de sus ideas y conceptos.

#### **3.2.1 Manual de uso correcto de los equipos de gases médicos**

El manual de uso correcto de los equipos de gases médicos se compone de los siguientes incisos.

##### **3.2.1.1 Objetivo**

Establecer las rutinas correctas de uso, de los servicios de gases médicos y de los equipos que los producen, para asegurar la calidad de las condiciones del servicio que se presta a los pacientes y su mantenimiento en óptimas condiciones.

### **3.2.1.2 Alcance**

Las rutinas deben ser aplicadas por los operadores, cuando sus labores lo pidan, y los usuarios de los servicios que presta el área de gases médicos.

### **3.2.1.3 Importancia del uso correcto**

El uso correcto de los servicios y de los equipos, del área de gases médicos, es de vital importancia. La prioridad del mantenimiento de la calidad en que se presta el servicio, es crítica para los pacientes. Como se sabe, algunos de los usos de los gases médicos, son terapias respiratorias efectuadas a recién nacidos y succiones en salas de operaciones o en las emergencias; por lo que la relación calidad del servicio con recuperación, incluso vida, del paciente es muy estrecha.

El uso correcto de los equipos de gases médicos, va de la mano con el uso que se le da dentro de las salas hospitalarias. No podemos separarlos. El mantenimiento de las condiciones de servicio en equipos, puede verse eclipsado por el mal uso que se haga de él.

Usar el aire médico como aire comprimido normal, para el proceso de secado, provoca caídas de presión, lo que genera frecuencias de arranques en los compresores más altas, lo que conduce al desgaste de sus piezas en menor tiempo, además de producir precipitaciones dentro de la tubería que son perjudiciales, ya que humedecen un aire médico que debe de ir seco.

Imprescindible, es entonces, la colaboración de operadores y usuarios en ejecutar las tareas asignadas a cada uno, haciendo un buen uso de los equipos y de sus servicios.

#### **3.2.1.4 Rutinas propuestas**

***Para los equipos.*** El buen uso de los equipos de gases médicos se debe lograr por medio de :

- a. El diseño adecuado de los sistemas de aire médico, vacío y gases médicos, de acuerdo a las necesidades del hospital.
- b. Hacer uso de medios sustitutivos efectivos y válidos, tales como cilindros de gases médicos o de aire comprimido, equipos de emergencia, e interconexiones entre los sistemas internos de cada uno de los servicios en los momentos en que falle cualquiera de los equipos que prestan servicios de gases médicos. Con esto se debe evitar la sobrecarga de trabajo de cualquier equipo de su misma especie, que lo sustituya mientras se resuelve la situación en el equipo del servicio dañado.
- c. Controlar el servicio de energía eléctrica, para evitar que las fluctuaciones brusca de la corriente dañen las parte eléctricas de los equipos.
- d. Efectuar las rutinas de mantenimiento propuestas para cada equipo.

***Para el uso de los servicios.*** El buen uso de los servicios de gases médicos se debe lograr por medio de:

- a. Concientización del los usuarios, efectuando sus labores con prácticas adecuadas que no dañen los servicios.
- b. Hacer uso de las rutinas propuestas para los equipos, descritas de la página 68 a la 82.

### **3.2.2 Manual para el mantenimiento de compresores y bombas de vacío**

El manual para el mantenimiento de compresores y bombas de vacío se compone de los siguientes incisos.

#### **3.2.2.1 Objetivo**

Establecer las rutinas de mantenimiento de compresores de aire médico y de bombas de vacío, que aseguren las condiciones óptimas de la calidad del servicio y su sostenimiento.

#### **3.2.2.2 Alcance**

Estas rutinas se orientan a los operadores, quiénes son los encargados de llevarlas a cabo. Alcanzan también a los técnicos que ejecuten tareas de mantenimiento, que pertenezcan a empresas que tienen contrato con el hospital. En este caso, estas rutinas se constituyen como propuestas de mantenimiento a aplicar; y como parámetros para la evaluación del desempeño de la empresa contratada.

#### **3.2.2.3 Condiciones para su aplicación**

La aplicación de las rutinas propuestas en este manual, requiere de compromiso. Este debe ser bidireccional, entre la jefatura y los operadores, para que existan las condiciones favorables a la aplicación del mismo y de su sostenimiento.

La jefatura debe proveer los recursos necesarios y la correspondiente capacitación y asegurar su disponibilidad a los operadores; quiénes deben tener buena disposición para aprender y ganas de hacer mejor las cosas, para ejecutar el desempeño de las rutinas propuestas.

Los detalles de la implementación de las rutinas, se encuentran en el capítulo 4 Implementación del programa de mantenimiento para el área de gases médicos.

#### **3.2.2.4 Rutinas propuestas**

La propuesta de la rutina se trata ampliamente en el subtema 3.3 Rutina de mantenimiento propuesta.

### **3.2.3 Manual de seguridad del operador y del usuario**

El manual de seguridad del operador del usuario se compone de los siguientes incisos.

#### **3.2.3.1 Objetivo**

Establecer las reglas y normas de seguridad, que tanto, usuarios y operadores deben observar antes, durante y después de la ejecución de las tareas asignadas; necesarias para mantener el ambiente hospitalario seguro y confiable, en beneficio del paciente.

### **3.2.3.2 Alcance**

El cumplimiento de las normas y reglas contenidas en este manual, involucra, tanto a operadores y usuarios; incluso personal del hospital que de manera directa o indirecta tenga que desempeñar tareas relacionadas con a las consignadas en este manual.

### **3.2.3.3 Importancia de la seguridad**

La razón de ser de cualquier entidad hospitalaria, el paciente, demanda atención en varios aspectos, y de vital importancia es el cuidado de su integridad física y moral. La ejecución de procedimientos hospitalarios y de servicios, tales como los que prestan los gases médicos, deben encaminarse a crear las condiciones propicias, donde el paciente pueda recuperarse de su enfermedad o dolencia.

El descuido, puede provocar en el mejor de los casos, que el paciente se enferme dentro del hospital de una dolencia diferente a la causa de su ingreso; y en el peor, la pérdida de una vida humana.

Los servicios prestados por gases médicos, hacen sentir su efecto directamente sobre el paciente; lo que hace necesario, el cumplimiento de ciertas reglas de cómo se deben prestar. Por tanto, es obligación de los operadores y usuarios velar por su mantenimiento, evitando las situaciones que puedan comprometer la seguridad de los servicios de gases médicos.

#### **3.2.3.4 Programa de seguridad**

La descripción del programa de seguridad se detalla de la página 92 a la página 95.

#### **3.2.4 Manual de uso correcto de accesorios e instalaciones de gases medicinales**

El manual de uso correcto de los accesorios e instalaciones de gases medicinales se compone de los siguientes incisos.

##### **3.2.4.1 Objetivo**

Establecer el uso correcto de accesorios e instalaciones de gases médicos, como complemento a las rutinas de mantenimiento y al programa de seguridad propuesto.

##### **3.2.4.2 Alcance**

El cumplimiento de las consideraciones de este manual, comprende a los usuarios y a los operadores, cuando el desempeño de las tareas asignadas correspondan con las consideraciones de este manual.

##### **3.2.4.3 Usos correctos para accesorios e instalaciones de gases médicos**

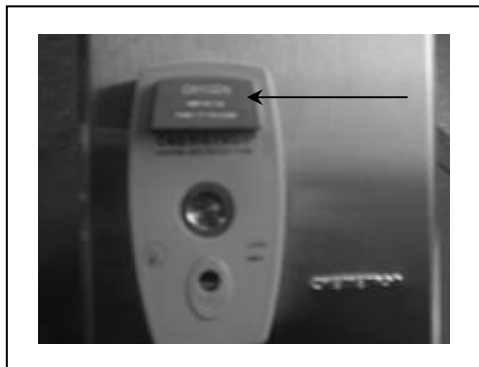
**Tomas:** para evitar posibles fugas o desgaste de las partes de la toma, se debe tomar en cuenta lo siguiente:



Para conectar y desconectar los accesorios, tales como botellas de recolección, Fluómetros y otros se debe proceder de esta manera:

- a. Se presiona el switch del seguro de la toma.
- b. Se introduce el aparato o accesorio, correctamente orientado de manera suave sin forzarlo, manteniendo la presión sobre el switch.
- c. Introducido el aparato o accesorio, se suelta la presión sobre el switch.
- d. Para desconectar, se presiona el switch y se extrae el aparato o accesorio, luego se suelta el switch.

**Figura 12. Toma típica del HGSJD**



En la figura 12, se puede apreciar una toma típica del hospital. El botón superior señalado por la flecha es el switch del seguro de la toma. La salida de la toma se encuentra en el medio. En la parte inferior, se encuentra la entrada del ganchito que asegura los flujómetros o botellas a la toma.

Se debe evitar jalar con fuerza los accesorios conectados, o introducirlos por la fuerza, ya que se desgasta la salida de la toma, produciendo fugas constantes, perjudiciales para el servicio, además de la disminución de la vida útil de la toma.

Se debe utilizar los accesorios adecuados para las toma. En el caso del hospital, por el tipo de toma, de marca Chemetron, se deben usar adaptadores en los aparatos y accesorios, para conectarlos a la toma. El proceso de conexión es válido para los tres casos.

**Figura 13. Instalación de accesorios en la toma**



En la figura 13, se puede apreciar una instalación típica de accesorios a las tomas del hospital, caso específico de la emergencia de pediatría, señalándose el adaptador con la flecha. En el hospital existen tres diferentes tipos de tomas, por lo hay que tener especial cuidado en usar el adaptador adecuado a cada toma.

En la figura 14, se aprecia el uso que se le da a las tomas dentro del hospital. La figura corresponde al área de neonatología. Se debe tener cuidado en no conectar accesorios de un servicio de gases médicos en otro servicio. Cada servicio tiene sus especificaciones y los accesorios se adecuan a ellas.

No se deben lubricar por ningún motivo, las roscas de los accesorios o las salidas de las tomas, pues además de contaminar el servicio, en el caso del oxígeno, se corre riesgo de explosión.

**Figura 14. Uso de las tomas**



**Accesorios:** con los accesorios, se debe evitar golpearlos, dejarlos caer o conectarlos de manera forzada, para evitar daño en sus piezas internas, descalibración de las escalas y desgaste en sus conectores.

**Figura 15. Fluómetro**



En la figura 15, se observa un flujómetro típico de uso en el hospital. Es importante, darles un manejo adecuado, con lo que se evitan gastos de adquisición de nuevas piezas que sustituyen a piezas en mal estado, mucho antes de llegar al límite de su vida útil.

**Figura 16. Botellas usadas para succión**



En la figura 16, se observa la botella encargada de recoger los fluidos succionados del paciente. Cuando estas no son retiradas al estar llenas, pueden tapar las tomas de succión. Por esto, es importante que los usuarios se encuentren pendientes del cambio de las botellas, para evitar que los fluidos tapen la toma y lleguen incluso, a la bomba de vacío.

**Uso de los servicios que presta gases médicos:** De la mano del buen uso de los accesorios y de las tomas, la utilización de los servicios de gases médicos cierra un círculo importante, ya que el buen uso en general, influye en el mantenimiento que se aplica a los equipos.

Se debe tener conciencia, de utilizar los servicios para lo que fueron diseñados, no se deben caer en prácticas que favorezcan el mal uso de los equipos.

El uso del aire comprimido médico, como medio para secar accesorios como mangueras por ejemplo, debe desterrarse.

**Figura 17. Uso inadecuado del aire comprimido**



En la figura 17, se observa la pistola utilizada para secar mangueras y otros accesorios, conectada directamente a la toma. Otro uso incorrecto, se observa, al colocar la manguera enrollada sobre un flujómetro, con el peso de la pistola hacia abajo.

Se recomienda sustituir la conexión directa de la toma, por el uso de cilindros de aire comprimido.

Se busca, eliminar paros y arranques frecuentes en el compresor, debido a las caídas de presión drásticas, en cada pistoletazo, se descarga las 50 o 60 psi de la línea directamente, lo que provoca disminuciones drásticas de las presiones en la tubería, que disminuyen la temperatura, provocando pequeñas precipitaciones de humedad que son perjudiciales dentro del sistema.

Al hacer uso de los cilindros, se evitan caída de presión drásticas, se minimizan los costos de operación de los compresores al evitar arranques frecuentes, y se facilita el proceso.

### **3.3 Rutina de mantenimiento propuesta**

La rutina de mantenimiento se divide en tres partes, diaria, mensual y trimestral.

**Diaria.** Se proponen las siguientes rutinas para su ejecución diariamente:

- a. Verificación del funcionamiento de los compresores de aire médicos y de las bombas de vacío.
- b. Chequeo del nivel y de la presión en el tanque de oxígeno líquido.
- c. Purga de los tanques de almacenamiento.
- d. Ruta diaria de control de las centrales de abastecimiento.

**Mensual.** Se proponen las siguientes rutinas para su ejecución mensual.

- a. Revisión del sistema eléctrico.
- b. Chequeo de las presiones de trabajo.
- c. Limpieza de los equipos.

**Trimestral.** Se proponen las siguientes rutinas para su ejecución trimestral.

- a. Las rutinas que se aplican mensualmente.
- b. Limpieza de los filtros.
- c. Cambio de aceite en las bombas de vacío.

Establecidas las rutinas propuestas, los procedimientos de ejecución de cada una de ellas se presentan a continuación.

### **3.4 Descripción del procedimiento**

#### **Rutina Diaria**

**A.** La primera rutina que se debe aplicar, consiste en la verificación del funcionamiento de las bombas de vacío y de los compresores. El procedimiento es el siguiente:

**A.1** Las bombas y los cabezales de los compresores se encuentran conectados de manera alterna. Antes de empezar se debe verificar que cabezal o bomba terminaron de cargar.

**A.2** Al terminar de cargar, la bomba o el compresor para su funcionamiento. Se abre la válvula de purga de la línea y se espera que arranque la otra bomba o compresor que está conectado.

**Figura 18. Válvula de purga que se debe abrir**



**A.3** Debe comenzar a trabajar la bomba o el compresor alterno a cargar para compensar la pérdida de la carga. Si no ocurre esto, es indicación de falla en el sistema.

**A.4** La prueba continua de igual manera, si las bombas o compresores se encuentran conectados por separado, pero termina con una sola prueba si ambas están conectadas en paralelo.

**B.** El chequeo de nivel y presión en el tanque de oxígeno, consiste en la verificación de los valores de nivel y presión dentro del tanque. Se debe ir al área donde se encuentra ubicado el tanque, ver en los aparatos, los valores de las medidas y anotarlos en la bitácora.



**Figura 19. Indicadores de nivel y presión del tanque de oxígeno**



En la figura 19, se aprecian los dos indicadores. El indicador más pequeño es el manómetro e indica la presión dentro del tanque, y el más grande indica la carga del tanque.

**C.** La purga de los tanques se debe efectuar, por lo menos 3 veces al día. Se ubica la llave del purga del tanque. Se abre la llave y se espera a que saque el líquido condensado. Se cierra hasta que no sale más. En la figura 20 se muestra la válvula de purga del tanque.

**Figura 20. Válvula de purga del tanque**



En la figura 21, se muestra la forma en que se debe abrir la válvula. Por lo regular, estas válvulas, tienen el sentido de al abertura estipulado en su cuerpo, así como, un tope a un cuarto de vuelta, donde indica que la válvula se ha abierto o cerrado.

**Figura 21. Abertura de la válvula de purga**



**D.** La ruta diaria de control de las centrales de abastecimiento, se debe efectuar por lo menos tres veces durante el día.

**D.1** En esta se requiere que los operadores, controlen el desempeño del funcionamiento del equipo, ya que vibraciones, aumentos de la temperatura anormales, pueden indicar la presencia de fallas. Cuando se presenten, de inmediato se debe reportar al supervisor, para proceder según el tipo de falla.

Se puede agregar otra rutina, quitar el hielo del evaporador de la salida del tanque de oxígeno. Esta rutina la solían hacer diariamente en el hospital, pero el proveedor del servicio, adujo que no se efectuase, porque podría causar falla en las tuberías por fragilización. Si en el futuro, fuera necesario quitar el hielo, se procede de la siguiente manera; se coloca una manguera con agua a temperatura ambiente, se conecta a la toma correspondiente, y se deja caer el agua sobre el hielo. Se recomienda que se efectúe diariamente.

En la figura 22, la flecha indica el hielo que se forma a la salida del tanque de oxígeno, en la tubería y el evaporador.

### **Rutina mensual**

**A.** Las mediciones eléctricas que se deben hacer, corresponden a amperajes y voltajes. Antes de hacer las mediciones, se procede de la siguiente manera:

**A.1** Se localiza el tablero de control de los equipos. Véase la figura 23.

**A.2** Se apaga una de las bombas o cabezales de compresión, mientras la otra se pone a funcionar en manual, para dejar una bomba trabajando mientras la otra se revisa.

**Figura 22. Hielo en la salida del tanque de oxígeno**



**A.3** Se abre la puerta y se empiezan a tomar las mediciones.

**Figura 23. Tablero de control del equipo**



**A.4** Se miden los voltajes y amperajes de la línea de alimentación del equipo. Véase las figuras 24 y 25 .

**Figura 24. Medición del voltaje de línea**



Se deben medir los voltajes de entrada y de salida, y se deben de tomar los amperajes en funcionamiento y en paro. El voltaje normal debe encontrarse entre 240 voltios y se permite un amperaje máximo de 19.5 amperios.

**Figura 25. Medición del amperaje**



Para ejecutar las labores de estas rutinas se recomienda tener un multímetro digital. Si se puede contar con multímetros que tengan ganchos para medir amperajes, como el de la figura, es mejor.

**A.5** Se tapa el tablero de control y se colocan los equipos en automático, y se efectúa la prueba de funcionamiento.

**B.** Se verifica el funcionamiento de las presiones de trabajo, chequeándose la presión de salida en las tomas haciendo uso de manómetros y vacuómetros. Si se debe modificar la diferencia de presión, se debe calibrar el switch de presión.

**B.1** Se identifica el switch de presión, véase la figura 26.

**B.2** Cuando se le localiza, se procede a quitarle la tapadera. El switch, tiene un tornillo con un resorte, el cuál sirve para graduar la presión. Si se quiere aumentar la presión debe girarse el tornillo a favor de las agujas del reloj, o a la inversa si se quiere disminuirla. Véase figuras 27 y 28 .

**Figura 26. Interruptor (switch) de presión**

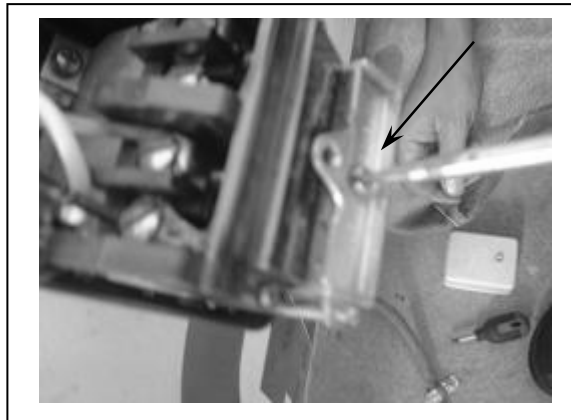


Para la ejecución de esta rutina, se necesita, estar viendo en el manómetro, el valor de la presión que se desea. Se necesita un desarmador para efectuar el movimiento del tornillo.

**Figura 27. Interruptor (switch) de presión abierto**



**Figura 28. Calibración de la presión**



En las figuras anteriores, 27 y 28, la flecha señala la localización del tornillo que regula la presión del switch de presión. La función del switch de presión, es detectar las caídas de presión, con las que manda la señal de arranque para cargar de nuevo el sistema. Los compresores se gradúan para una presión máxima de 120 psi en el tanque, con un diferencial de 20 psi.

En las tomas, dependiendo del diseño se encontrarán presiones entre 50 y 60 psi.

**C.** Terminadas las rutinas, se procede a limpiar los equipos. Para el efecto se utiliza un desengrasante genérico, así se vende, y waipe. Véase las figuras 29, 30, 31 y 32 .

**Figura 29. Desengrasante**



**Figura 30. Aplicación del desengrasante al waipe**





**Figura 31. Proceso de limpieza del equipo**



**Figura 32. Limpieza del tablero de control**



### **Rutina trimestral**

En la rutina trimestral, se aplican las rutinas mensuales, a las que se les agregan las siguientes:

**A.** La limpieza de los filtros, se lleva a cabo dentro de la misma central, de la siguiente manera:

**A.1** Se localiza el filtro, y se le quita la tapadera, véase figura 33.

**Figura 33. Extracción de la tapadera del filtro**



**A.2** Se quita el filtro y se procede a sopletear. Puede usarse el aire de la purga, ya que normalmente tiene una manguera donde puede sacarse al exterior de la central. Se puede hacer este proceso con un cilindro de aire comprimido dispuesto para el efecto, véase la figura 34.

**Figura 34. Limpieza del filtro de aire**



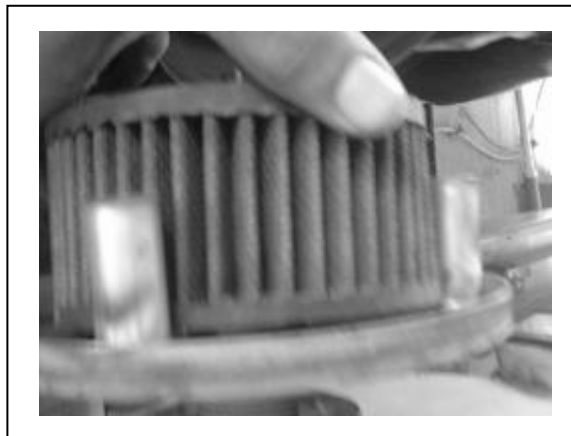
Se sopletea de adentro hacia fuera, dándole vuelta al filtro. Terminado este proceso, se procede a colocar el filtro en su posición. Véase figura 35.

**Figura 35 Base del filtro**



**A.3** Cuando el filtro se encuentra colocado en su base se le coloca la tapadera. Véase figuras 36 y 37.

**Figura 36. Colocación del filtro**



**Figura 37. Colocación de la tapadera**



Dentro del sistema, se colocan filtros al aire médico, antes de su entrada a las tuberías de distribución, además de deshumidificadores. La mayoría de estos trabaja de forma automática.

**Figura 38. Filtros y deshumidificador**



En la figura 38, se tiene al deshumidificador al lado izquierdo y los filtro con un regulador de presión al lado derecho.

**B.** El procedimiento es el siguiente, para realizar el cambio de aceite de la bomba de vacío:

**B.1** Se apaga la bomba de vacío con la que se va a trabajar y se conecta la otra. Se abre la purga de aceite, que se encuentra en el carter de la bomba. Se deben tomar las precauciones necesarias, como el uso de guantes, para evitar contaminación por medio del aceite. Véase la figura 39, la flecha indica la purga de aceite.

**Figura 39. Llave de purga del aceite**



**B.2** Al salir el aceite totalmente, se cierra la válvula de purga. Se abre el tapón de aceite. Véase la figura 40, la flecha señala el tapón de aceite.

**B.3** Se vierte el aceite dentro del carter de la bomba.

**Figura 40. Tapón de aceite**



**B.4** Se verifica el nivel de aceite en los indicadores, véase figura 41. El aceite usado es Tellus 68 en las bombas de paletas, y Talpa 30, en las bombas de pistón. Se necesita una llave para quitar el tapón, de preferencia una llave ajustable.

**Figura 41. Indicadores del nivel de aceite**



**B.5** Vertida la cantidad indicada, se cierra el tapón y se enciende la bomba.

**B.6** Si se deben cambiar los empaques, se quita la tapadera del carter, véase la figura 42, se cambian los empaques y se coloca de nuevo la tapadera. Se debe hacer con la bomba apagada y con las medidas de seguridad necesarias, tales como el uso de guantes.

**Figura 42. Carter de la bomba de vacío**



### **3.5 Ventajas del programa propuesto**

Las ventajas del programa propuesto son las siguientes:

1. Simplicidad de la ejecución de las rutinas de mantenimiento.
2. El conocimiento de los operadores y usuarios de algunas de las rutinas propuestas.
3. Facilidad de respuesta ante una emergencia, porque se tiene personal capacitado para enfrentarla.
4. No demanda derogaciones de recursos muy grandes para su aplicación.
5. El programa, es un soporte ideológico que permite la capacitación de nuevo personal.

### **3.6 Desventajas del programa propuesto**

Las desventajas del programa propuesto son las siguientes:

1. No existe un adecuado sistema de apoyo, para los repuestos, herramientas y demás suministros.
2. Falta de políticas de capacitación, que permitan a los operadores y usuarios ampliar sus conocimientos técnicos relacionados con el tema.
3. Los operadores poseen conocimientos básicos de medidas de seguridad, pero no han sido apoyados con los recursos necesarios.
4. Los trámites necesarios para la adquisición de recursos y para la implementación de nuevas técnicas pueden entorpecer el curso que se le da a este programa.
5. Las diferencias que se marcan entre los puestos técnicos y los del área de salud, son muy marcadas, lo que evita que exista la colaboración necesaria para llevar a cabo los contenidos del programa.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA DE GASES MÉDICOS**

El desarrollo de cualquier esfuerzo, que debe dejar testimonio de los procesos y procedimientos con los cuales se ha trabajado; pero es realmente recompensado, cuando los datos consignados de él, sobreviven al paso del tiempo y no dejan que el tiempo los sepulte en el olvido.

De ahí que sea necesaria la implementación, como herramienta que permite asegurar que las sugerencias hechas para el programa de mantenimiento puedan ser aplicadas, para que no pierdan su utilidad.

### **4.1 Implementación del programa de mantenimiento**

El mantenimiento hospitalario, no se debe considerar como un esfuerzo que solo corresponde al departamento de mantenimiento. Es necesario que los usuarios se involucren al esfuerzo desempeñado por el departamento, haciendo un buen uso de los servicios que presta gases médicos.

Para lograr con el cumplimiento de los objetivos del programa, se requiere que tanto los usuarios como operadores y sus respectivos jefes, creen los lazos necesarios, que permitan el nacimiento de la colaboración. Por medio de la colaboración mutua e interdisciplinaria, se evita eliminar los esfuerzos que cada uno de los involucrados realiza para desempeñar su trabajo, si no se logra, el servicio se verá mermado, restándole la confiabilidad necesaria para prestarlo al paciente.

#### **4.1.1 En lugares donde existen tomas de gases medicinales**

El servicio que presta el área de gases médicos, podrá estar bien controlado, aplicando su rutina de mantenimiento, pero si en las áreas donde se encuentran las tomas, los usuarios hacen mal uso de los servicios que presta gases médicos; anulan todo lo anterior.

Si esto no cambia, crece cada día el listado de deficiencias que poco a poco van haciendo mella en los equipos, hasta llegar al punto en que no rindan su vida útil como se esperaba, creando gastos innecesarios.

Es necesario hacer conciencia a los usuarios que el mal uso que se hace de los servicios que presta gases médicos no es beneficioso para nadie. Hay que cambiar la actitud, que disfraza el mal uso con el traje de la practicidad; no solo de las prácticas hospitalarias, sino de todos los aspectos de la vida.

Técnicos del hospital, señalan que los usuarios no saben montar o desmontar las tomas, los accesorios de conexión de los aparatos, disminuyendo de esta manera la vida útil de las tomas y creando focos de potenciales de fugas.

Otra mala práctica, es utilizar el aire médico de la toma, para hacer uso de él como aire comprimido industrial, para limpiar y secar mangueras y accesorios. Esta acción causa arranques frecuentes en los compresores, debido a la caída de presión tan drástica que provocan, que no solo dañan al compresor, sino que provocan condensaciones en la tubería, que solo perjudican en lugar de ayudar.

No se busca señalar específicamente a alguna persona como culpable, sino revertir el uso equivocado del equipo, hacia el uso correcto. Esto se puede lograr por medio de:

- a. Cambio de actitud, orientada hacia la colaboración en equipo y la revalorización personal del trabajo, dentro del hospital.
- b. Interés de la gerencia por promover el cambio, buscando acuerdo no confrontación; dando las órdenes pertinentes y dar el ejemplo en cumplirlas.
- c. Promover la inducción básica para el personal nuevo, acerca del buen uso de las tomas y de los servicios que prestan los gases médicos.
- d. Procurar la capacitación del personal actual.
- e. Para impulsar los cambios, exigir el uso de los nuevos procedimientos, para fortalecer su uso y evitar el regreso a las prácticas pasadas por falta de apoyo.

#### **4.1.2 En centrales de abastecimiento de gases médicos**

Las centrales de abastecimiento de gases médicos constituyen el centro donde desempeñan sus labores los operadores de gases médicos. Al ser el corazón del sistema de gases médicos, es de vital importancia mantener los equipos, accesorios, e instalaciones en ellas concentradas, en perfecto estado de funcionamiento.

Esto se encuentra a cargo del operador de gases médicos, quién comparte algunas responsabilidades con técnicos de empresas contratadas para desempeñar labores de mantenimiento específicas para las que fueron contratadas.

Debido a la existencia de empresas que tengan el contrato del mantenimiento, se ha descuidado la capacitación de los operadores, y por falta de empresas encargadas en el mantenimiento, los técnicos que actualmente están trabajando requieren una mayor preparación para instruir a los usuarios en como realizar el buen uso en los equipos.

Se debe hacer notar, que los técnicos presentan una buena disposición y sentido de responsabilidad en el desempeño de su trabajo, tienen conciencia de lo que deben hacer, pero con limitaciones en cuanto a conceptos generales de funcionamiento y cuentan con amplios conocimientos de seguridad.

Para este caso, la implementación propone:

- a. La valorización personal del cargo desempeñado, por medio de capacitaciones, donde se explique el funcionamiento de equipo, accesorios e instalaciones de gases médicos.
- b. Fomento de prácticas de seguridad personal y la seguridad del ambiente en que se recupera el paciente.
- c. Compromiso de la gerencia, proporcionando la capacitación y recursos necesarios que permitan a los operadores desempeñar sus labores convenientemente.

#### **4.1.3 En central donde se encuentran ubicados los compresores y bombas de vacío**

Las consideraciones anteriores son válidas para estas centrales, ya que constituyen otro de los puntos donde desempeñan sus labores los operadores de gases médicos.

## **4.2 Mantenimiento preventivo**

No se discute la importancia del mantenimiento preventivo, como factor necesario en el mantenimiento de las condiciones de servicio óptimo de los equipos de gases médicos. Por ello, de vital importancia, promover las rutinas y más aún, que los encargados de llevarlas a cabo, sean concientes de su importancia.

### **4.2.1 Mecanismo para implementar las rutinas de mantenimiento preventivo**

Implementar las rutinas de mantenimiento, requiere compromiso, desde los jefes de departamento hasta los operadores de gases médicos, no solo ideológico, sino también práctico. Implica un cambio de actitud y una coordinación logística de los recursos necesarios, para no dejar brechas abiertas que favorezcan el regreso de las prácticas del pasado.

Es por eso que el mecanismo de implementación, debe basarse en tres puntos primordiales:

- a. Compromiso de la jefatura para aplicar el programa.
- b. Capacitación e inducción a los operadores.
- c. Aseguramiento del flujo continuo de los recursos necesarios, para que se encuentren disponibles cuando se requieran.

La interacción de estos puntos, permite la colaboración mutua, de manera bidireccional; la jefatura provee la capacitación y los recursos y recibe resultados; mientras que los operadores reciben la capacitación y recursos, con los que efectúan sus labores y devuelven los resultados de las tareas ejecutadas.

### **4.3 Mantenimiento correctivo**

En los sistemas, por más moderna que sea su tecnología, se presentan fallas en su funcionamiento. La diferencia radica en que aparecen con menor frecuencia, siempre que se sigan las indicaciones de mantenimiento.

Por medio del mantenimiento preventivo, la frecuencia en que se producen los fallos, se reduce a los niveles esperados; pero si los usuarios hacen mal uso de los servicios, hace inútiles los esfuerzos del mantenimiento preventivo.

El peor de los casos que puede presentarse, es cuando existe la ausencia de mantenimiento preventivo y se produce además el mal uso. Las fallas en el servicio se sucederán una tras otra y eso es lo que debemos evitar.

#### **4.3.1 Mecanismo para implementar el mantenimiento correctivo**

Las consideraciones que se dieron para implementar las rutinas de mantenimiento preventivo, son válidas también para implementar el mantenimiento correctivo.

Sin embargo, considerar que el mantenimiento correctivo solo es concerniente al departamento de mantenimiento, es dejar a un lado a los usuarios, que son los que desempeñan sus tareas utilizando los servicios de aire médicos, y a las autoridades que los tienen bajo su cargo.

El compromiso del departamento de mantenimiento, la capacitación y la disponibilidad de recursos, constituyen pieza importante en la implementación del mantenimiento correctivo; pero estos pilares deben extenderse también a los usuarios y sus autoridades.

Por lo que es necesario:

- a. Que las autoridades que tiene a su cargo a los usuarios, se comprometan a cambiar las prácticas incorrectas por las correctas y mantenerlas.
- b. Se capacite e induccione al personal que utiliza los servicios.
- c. Se cree el ambiente propicio para que haya entendimiento entre las jefaturas y se estreche su colaboración y compromiso para con el programa.

Aunque se trata de equipos de diferentes disciplinas y funciones, sólo el común acuerdo y compromiso, pueden hacer que los esfuerzos del mantenimiento, por preservar los servicios en estado correcto y confiable de funcionamiento, no se mine por las malas prácticas del usuario.

#### **4.4 Programa de medidas de seguridad**

Dentro de un hospital, la seguridad es un aspecto importantísimo, no solo se tiene que velar por la seguridad de los trabajadores, sino también por la del paciente.

Los operadores son concientes de las medidas que se deben tomar en casos donde la seguridad se ve comprometida, pero carecen de los medios para cumplir con la mayoría de las medidas.

El programa tiene por objetivo, la protección de la integridad física de los operadores y usuarios, sin menospreciar la integridad física del paciente. Se requiere que las jefaturas muestren un compromiso con la seguridad, promoviendo:

- a. El compromiso con la seguridad, entre los operarios y los usuarios.
- b. Capacitación en seguridad hospitalaria.
- c. La correcta disposición de los desechos, no importando si provienen de procedimientos médicos o de procedimientos de mantenimiento.

Es conveniente decir, que los anteriores aspectos, necesitan que exista la disponibilidad de recursos relacionados con la seguridad, para todos los involucrados. Sin esto, los esfuerzos se invalidan, pues no cuentan con el sostenimiento práctico de ideas y compromisos con la seguridad.



#### **4.4.1 Seguridad dentro de la central de abastecimiento de gases médicos**

Ya que estas concentran la totalidad de los servicios que presta el área de gases médicos, se deben considerar medidas generales para el desempeño de las labores dentro de las centrales, aparte de las específicas para cilindros y equipos.

Se deben tomar en cuenta las siguientes medidas:

- a. No fumar dentro de las centrales ni en sus alrededores.
- b. Mantener las áreas interiores y exteriores de las centrales, libres de obstáculos, suciedad y de líquidos derramados.
- c. No jugar dentro de las áreas de la central.
- d. Identificar las tuberías de distribución, de acuerdo al servicio que presta.
- e. Identificar y proteger las acometidas eléctricas.
- f. Identificar los controles y mandos eléctricos de cada equipo.
- g. Tomar las precauciones necesarias cuando se realicen trabajos en las líneas eléctricas, cajas de control y mandos eléctricos.
- h. Señalizar las áreas y procurar su mantenimiento.

#### **4.4.2 Seguridad con los equipos**

A pesar de que los equipos, traen todas las medidas de seguridad posibles, como protecciones para las fajas, es necesario que los operadores, tomen en cuenta algunas recomendaciones:

- a. Antes de empezar cualquier trabajo, debe desconectarse la alimentación de energía eléctrica en la caja de control, y poner a funcionar su par, en equipos duplex, para mantener el servicio mientras se trabaja en el otro.
- b. En el caso de las bombas de vacío, cuando se hace cambio de aceite, empaques, tuberías de succión, se debe proteger el operario de cualquier salpicadura en su cuerpo.
- c. No acercarse a las partes móviles en funcionamiento.
- d. Lavarse las manos después de trabajar en los equipos.

#### **4.4.3 Seguridad con los cilindros de gases médicos**

Es muy importante que tanto los operadores como usuarios, se encuentren concientes de la responsabilidad que se adquiere al manejar cilindros de gases médicos. Las siguientes son normas muy importantes:

- a. Nunca permitir que aceite o grasa entren en contacto con cilindros, válvulas, reguladores, manómetros o acoples para oxígeno.
- b. Almacenar los cilindros en los lugares asignados. Los llenos, separados de los vacíos, y protegidos en contra de golpes o caídas.
- c. Los cilindros con gases oxidantes, debe ser almacenados en lugares separados de los cilindros llenos de gases inflamables o de materiales combustibles, por lo menos a 6.09 metros (20pies), por una barrera física de al menos 1.52 metros (5 pies) de alto que presente una resistencia al fuego de al menos hora y media.
- d. Nunca utilice los cilindros como rodos, soportes, para cualquier otro propósito diferente al acarreo de gases.
- e. No maniobrar de manera indebida, las válvulas o los cilindros.

- f. Nunca intente reparar o alterar los cilindros o sus válvulas. Los cilindros defectuosos o con fugas deberán ponerse aparte, con una etiqueta indicando el defecto que presentan.
- g. Nunca intente mezclar gases en los cilindros o rellenarlos, estas prácticas constituyen un peligro.
- h. Verifique que el cilindro tenga su identificación o se esté bien seguro de su contenido.
- i. Nunca se deben utilizar gases medicinales contenidos en un cilindro, sin reducir antes la presión por medio de un regulador específico para este propósito. Párese a un lado del regulador al abrir la válvula de un cilindro.
- j. Los cilindros deberán asegurarse con cadenas, a las carretillas de transporte, para evitar que se golpeen o caigan.
- k. Asegúrese que los pines de los acoples tipo yugo, son los mismos que aparecen en la válvula del cilindro, no force las conexiones que no encajan.
- l. Abra la válvula del cilindro durante un instante para limpiarla de partículas de polvo o suciedad. Si presenta resistencia, párese a un lado y utilice más fuerza, pero con mesura.
- m. No permita que los gases medicinales entren al regulador de forma repentina, por ello abra la válvula del regular muy despacio, para prevenir daños al regulador y al equipo que se está usando.
- n. Abra la válvula completamente del cilindro que está utilizando.
- o. Antes de que el regulador sea removido del cilindro, cierre la válvula y deje escapar todo el gas del regulador.
- p. No intercambie mangueras u otros artículos con equipo similar utilizado por otros gases.
- q. Los reguladores de presión y otros dispositivos nunca deberán ser removidos por un trabajador con manos o guantes grasosos.

- r. Nunca ponga la mano o el guate sobre la salida de la válvula del cilindro para probar su presión, se corre el riesgo de serias quemaduras.
- s. Las conexiones de los cilindros al múltiple deben ser diseñadas adecuadamente.
- t. Evitar que los cilindros estén expuestos a una temperaturas mayores que las del medio ambiente, y evite la presencia de llamas abiertas en su proximidad.
- u. Nunca utilice el oxígeno en lugar de aire comprimido o nitrógeno para limpiar las líneas de tubería de gases obstruidas, para operar herramientas neumáticas o producir presión en tanques que contengan grasas, aceites u otros materiales inflamables.
- v. El oxígeno nunca deberá ser utilizado para limpiar la suciedad de la ropa o para refrescar ambientes cerrados, pues puede dar origen a serios incendios.
- w. Cierre las válvulas de los cilindros cuando estos estén vacíos, el cumplimiento de esta regla debe ser observada estrictamente.

## **5. SEGUIMIENTO Y MEJORA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA DE GASES MÉDICOS**

La importancia de la continuidad de cada una de las propuestas presentadas, radica en la manera que se les mantenga a través del paso de los años. Buenas ideas pueden perecer por falta del seguimiento adecuado, ya que si se les impide echar raíces dentro de la organización, serán buenas ideas por un tiempo, pero después se vuelven obsoletas.

La clave es adaptarse al paso de los tiempos, renovando las propuestas con nuevas ideas y tecnologías, sin perder de vista su esencia. No se trata de destruir o suplantar lo existen por la moda del momento, se trata de mantener lo logrado y reforzarlo.

Por medio de la supervisión y evaluación del programa, es posible detectar la evolución que mantiene y su comportamiento dentro de un determinado período de tiempo, y dicta los parámetros con los que se debe hacer mejoras y capacitar a usuarios y operadores.

### **5.1 Plan de supervisión del programa**

El control de los procedimientos del programa recae sobre los hombros de la supervisión. Por su medio, se puede llevar conocimiento del desenvolvimiento del programa, por medio de los registros de datos recabados por ellos.

Los datos recabados dan ideas claras del desempeño del programa, señalando las posibles deficiencias y los puntos que deben someterse a evaluación, como un inicio de actualizaciones, que vayan de acuerdo con los tiempos y necesidades.

La supervisión, por su importancia, debe aplicarse bajo ciertas actividades, como lo son, las inspecciones del desarrollo de rutinas, reportes y auditorías. De estas actividades, se debe dejar constancia documental que certifique las acciones tomadas y sirva de apoyo para la toma de decisiones en el futuro. Estas actividades deberán llevarse a cabo por los supervisores del departamento.

#### **5.1.1 Inspección del desarrollo de rutina**

Estas se deben efectuar, cuando se llevan a cabo las rutinas de mantenimiento preventivo o procedimientos de mantenimiento correctivo, ya sea por los operadores o técnicos de empresas contratadas para el efecto.

Los datos recabados en el formato correspondiente, sirven como reflejos del funcionamiento del programa y para completar los registros; que más tarde servirán como fundamento en la toma de decisiones.

En la tabla I, se presenta la sugerencia del formato para ser usado para la inspección del desarrollo de rutina por los supervisores.

**Tabla I . Formato para la inspección del desarrollo de rutina**

Inspección del desarrollo de rutina.		
Fecha: _____	Hora de Inicio: _____	Hora de finalización: _____
Tipo del procedimiento de mantenimiento:	Preventivo	Correctivo
Encargado: _____		
Estado antes del procedimiento: _____		
-----		
Descripción del procedimiento : _____		
-----		
Estado después del procedimiento: _____		
Insumos o repuestos usados: _____		
Observaciones: _____		
	_____	_____
Supervisor	Encargado	

### 5.1.2 Reportes

La información contenida en los registros debe presentarse a la jefatura, con una temporalidad adecuada, y poder tomar así las decisiones adecuadas que solucionen los problemas o fortalezcan las ventajas.

Mientras más cortos sean los períodos de los reportes, se recibe mejor calidad de información. No importa que la información provenga de las actividades efectuadas por operadores o de técnicos de empresas contratadas.

La presentación de estos reportes variará de acuerdo con el tipo de información. Se sugiere que para los datos que sean concretos, tales como presiones, amperajes, se muestre su evolución por medio de gráficas sencillas y para los datos que sean cualitativos, se sugiere se presenten en el formato que se presenta a continuación en la tabla.

**Tabla II. Formato para el reporte**

Reporte correspondiente a :

Equipo	Descripción de las actividades	Realizadas por	Problemas presentados	Recursos utilizados durante las actividades	Desempeño

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del encargado



### **5.1.3 Auditorías**

Su aplicación es más generalizada para la supervisión de la ejecución de los trabajos efectuados por empresas privadas contratadas para el efecto.

La aplicación de los procedimientos anteriormente descritos, deben ser aplicados, incluso si la empresa cumple con entregar reporte de sus actividades, para extender el control sobre las empresas, evitando que sobre valoricen los trabajos ejecutados o que no los ejecuten de manera adecuada y conveniente al hospital.

Esto último es muy importante, pues mayor control evita que las empresas usen repuestos de segunda mano o de mala calidad, porque ha pasado, incumpliendo con las obligaciones adquiridas y obligadas por el contrato.

Es necesario que la persona que se encargue de la auditoría, tenga plenos conocimientos para evitar el engaño en que puedan incurrir las empresas, y la persona más indicada es el ingeniero jefe del departamento.

### **5.1.4 Funcionamiento de la supervisión**

El proceso de funcionamiento de la supervisión, comienza desde la inspección del desarrollo de rutina, donde se recolectan los datos necesarios y observados que describen el desempeño del programa..

Cada inspección constituye un grupo que se vuelve un reporte, semanal, mensual o anual, donde se presentan los resultados, de las labores efectuadas por personal del hospital; junto con las auditorías efectuadas a las empresas privadas con contrato.

En conjunto, la jefatura y los supervisores tomarán las decisiones pertinentes, de acuerdo con los resultados obtenidos en los reportes. Estas decisiones incluyen mejoras en capacitación, cambios de maquinaria hasta la cancelación de contratos a empresas que no los hayan cumplido.

La toma de decisiones puede ser en el sitio donde se efectúa la rutina; si la necesidad lo amerita, y es el supervisor el encargado de reportarla al jefe de departamento. Se debe dejar constancia de la decisión tomada, para archivarla.

## **5.2 Plan para la evaluación de los resultados del programa**

La información que fue recolectada y presentada en los reportes, no debe convertirse en material que simplemente sea archivado y olvidado en un rincón. Como se ha dicho, esta información constituye un pilar fundamental, para la toma de decisiones.

El manejo de la información, por medio de métodos estadísticos, permite crear un historial, con el cual, puede determinarse la situación de los equipos, de repuestos y de fallas. Este historial es el que se compara con los parámetros de evaluación, para determinar las anomalías que puedan existir en el desempeño.

### **5.2.1 Parámetros de evaluación**

Los criterios, bajo los que se debe realizar la evaluación, deben de estar unificados, manteniéndose sobre los criterios de los encargados de la evaluación.

Los parámetros deben ser de dos tipos, técnicos y cualitativos. Los parámetros técnicos, son aquellos que se toman de indicaciones del fabricante, ya sea por medio del manual o por algún otro medio de comunicación. Si el fabricante no menciona esta información, se conforman con aquellos datos generales, que por experiencia se conoce que se deben tomar en cuenta.

Se propone que se tomen los siguientes parámetros técnicos:

- a. Número de horas trabajadas.
- b. Presiones de trabajo.
- c. Voltajes y amperajes en las líneas de alimentación.
- d. Niveles de aceite (bombas de vacío).
- e. Temperatura.
- f. Vibraciones.

Estos parámetros presentan información valiosa de anomalías existentes en los equipos, por mal uso o por otras razones, pero se complementan con los otros parámetros, los cualitativos, con los que se puede conocer mejor la situación.

Los parámetros cualitativos, dependen de los criterios de cada persona, pero complementan la información dada por los parámetros técnicos, pues son más flexibles y generales, al contrario de los técnicos que son mucho más específicos.

## **5.2.2 Presentación de la información**

La supervisión ofrece dos tipos de datos que se deben manejar, datos concretos y datos cualitativos.

Las informaciones concretas, representan cantidades numéricas concretas, tales como horas trabajadas, presiones de trabajo, etc; que se completan con informaciones cualitativas, tales como ejes desnivelados, arranque forzado, para presentar un panorama preciso de la realidad de funcionamiento de los equipos.

Teniendo dos tipos de datos, se sugiere que su presentación para su interpretación lo siguiente:

- a. Información concreta: por medio de gráficas simples, donde se puedan observar los datos de reportes pasados, para poder compararlos con los datos actuales que recién se han colectado.
- b. Información cualitativa, se presenta en el formato del reporte.

### **5.2.3 Proceso de evaluación**

En la reunión de jefes y supervisores, se presenta la información de la manera anteriormente descrita, y los datos se comparan con los parámetros. Si no se presentan anomalías, se revisan los datos y se archivan.

Si se presentan anomalías, se compara con los datos anteriores, para determinar si corresponde a un patrón determinado o no. Si corresponde a un patrón, se debe buscar la causa posible que esté instando la reincidencia de la falla. Si la falla está identificada se deben tomar las medidas correctivas necesarias para anularla; si se han tomado medidas, entonces verificar por qué no se han ejecutado esas órdenes y tomar las medidas disciplinarias necesarias para los responsables.

Si no responde a un patrón determinado, se deben tomar las medidas pertinentes, para corregir la anomalía lo más pronto posible. Dependiendo de las causas se debe corregir:

- a. La capacitación de los usuarios, si las anomalías se deben a mal uso de los servicios, además de exigir a las autoridades que se cumplan las buenas prácticas de uso.
- b. La capacitación del operador, si las anomalías se deben al mal desempeño de los operadores al efectuar sus labores. Si no hay mejoría, se deben tomar otro tipo de medidas disciplinarias.
- c. Las técnicas de empresas contratadas, ya que no cumplen con lo estipulado en el contrato, y de reincidir, se debe proseguir con la anulación del mismo.
- d. Si son por fallas técnicas ajenas a lo anterior, deben dictarse medidas para encontrar la falla y eliminarla; si no es posible por el tiempo, tomar medidas temporales, que permitan la continuidad del servicio, mientras se trabaja en reparar la falla.

### **5.3 Programa de capacitación continua para los usuarios y operadores del HGSJD**

Se ha visto, que la capacitación conforma un pilar importante en la implementación de un programa de mantenimiento. La correcta aplicación de los conceptos del programa, se debe en buena parte, a las habilidades y conocimientos de los operadores; y la capacitación es un medio para pulirla y mejorarla.

Para un mayor alcance, el programa debe dividirse en, un programa dirigido a los usuarios y otro dirigido a los operadores.

Esta división, es necesaria, ya que el enfoque de cada programa varía, según las necesidades de conocimientos y habilidades, que son diferentes, de usuarios y operadores.

En ambos casos, la capacitación, involucra cuatro tipos de cambios de actitud:

- a. Transmisión de información: se trata del contenido que se distribuirá a los participantes y constituyen los nuevos conocimientos que se van a adquirir.
- b. Desarrollo de habilidades en especial las destrezas y conocimientos relacionados con las actividades que se desempeñan.
- c. Desarrollo de modificación de actitudes: producir el cambio de actitudes antiguas y mal encausadas, hacia nuevas actitudes más positivas, que no solo beneficien su conocimiento, sino que logren cambios en su persona.
- d. Desarrollo de conceptos: elevando el nivel de abstracción y conceptualización de ideas y filosofías; para que se puedan pensar en términos globales y amplios.

### **5.3.1 Objetivos del programa**

El programa de capacitación, busca que sus participantes, operarios y usuarios, adquieran las habilidades y herramientas para llevar a cabo sus tareas asignadas.

En el caso de los operadores, se busca que las habilidades, herramientas y conocimientos, les permitan llevar a cabo las funciones de mantenimiento adecuadamente.

Para los usuarios, se busca que la capacitación, les proporcione las habilidades y conocimientos que faciliten su labor, haciendo un buen uso de los servicios de gases médicos.

### **5.3.2 Recursos y técnicas necesarias**

Realizar una capacitación involucra, además de los conocimientos que se impartirán, recursos y técnicas que favorezcan la transmisión de los conceptos y la adquisición de las habilidades necesarias. Se proponen para este programa, los recursos didácticos y las técnicas de exposición y demostración.

#### **5.3.2.1 Recursos didácticos**

Estos recursos, empleándose correctamente, proporcionan a los participantes medios de observación y experimentación, economizando tiempo en la enseñanza y facilitando el aprendizaje.

Se sugiere utilizar los siguientes recursos durante la capacitación:

- a. Material impreso; libros, folletos, manuales, tablas.
- b. Pisaron, almohadilla, marcador o yeso.
- c. Carteles, láminas sueltas, ilustraciones, dibujos, gráficas, fotografías.
- d. Acetatos y presentaciones multimedia, cuando los recursos lo permitan.
- e. Audiovisuales; videos, cuando los recursos lo permitan.

- f. Material de experimentación; manómetros, vacuómetros, multímetros, etc.
- g. Accesorios y herramientas.

### **5.3.2.2 Técnicas**

Las técnicas que se proponen para el desarrollo de la capacitación son:

- a. Exposición: Se vale de la palabra hablada para impartir conocimientos, desarrollar conceptos, etc. Es favorable para tratar temas teóricos, cuando se tienen limitaciones de alcance al participante. Se debe tomar en cuenta, que los participantes no están al nivel de conocimientos del instructor, que se deben hacer preguntas durante la exposición y esta debe tener una secuencia lógica.
- b. Demostración: es demostrar de manera práctica, el uso de instrumentos, elaboración de gráficas, ejecución de experimentos. Se debe hacer una explicación previa, se hace la demostración, se vuelve hacer más despacio y finalmente se pide que los participantes repitan los pasos observados.

### **5.3.3 Descripción de las unidades del programa de capacitación**

El programa de capacitación, se ha dicho que se enfoca a dos sectores muy diferentes, usuarios y operadores. Para cada sector, los temas se dividirán en unidades, donde se combina la teoría y la práctica.



### **5.3.3.1 Usuarios**

La capacitación orientada a los usuarios, consta de una unidad única, enfocada al buen uso de los servicios de gases médicos.

#### **5.3.3.1.1 Unidad única. Uso correcto de los servicios de gases médicos**

Esta unidad tiene la finalidad de proporcionar a los participantes, los conocimientos básicos, acerca de los gases médicos y el uso correcto de sus servicios, por medio de exposiciones y demostraciones prácticas. En la tabla III, se detallan el contenido propuesto.

**Tabla III. Unidad única para los usuarios**

<b>Unidad Única. Uso correcto de los servicios de gases médicos.</b>
1. Generalidades de los servicios de gases médicos.
1.1. ¿Qué son los gases médicos?
1.2. Tipos de gases médicos utilizados en el hospital y sus usos.
2. ¿Por qué es necesario hacer un buen uso de los servicios de gases médicos?
3. Cuidados que se deben tener
3.1. Al hacer uso de las tomas.
3.2. Al manipular cilindros.
4. Usos inadecuados de los servicios de gases médicos.
5. Práctica.

### 5.3.3.2 Operadores

Para los operadores, el programa de capacitación, se divide en tres unidades básicas, correspondientes a los servicios que presta el área de gases médicos; aire médico, vacío y gases médicos. Las unidades se subdividen en conceptos generales y mantenimiento.

#### 5.3.3.2.1 Unidad uno. Compresores de aire médico

Esta unidad tiene como fin, proporcionarle al participante, conocimientos generales y principios de funcionamiento de los compresores de aire médico, así como sus rutinas de mantenimiento. El contenido propuesto de la unidad se muestra en la tabla IV.

**Tabla IV. Unidad uno para los operadores**

<b>Unidad uno. Compresores de aire médico.</b>	
<b>Conceptos generales de aire médico..</b>	
1.	¿Qué es el aire médico?
1.1.	Usos dentro el hospital.
2.	Conceptos generales de compresión de gases.
2.1.	Principio de funcionamiento del compresor de aire médico.
3.	Generalidades sobre las instalaciones de aire médico.
<b>Mantenimiento.</b>	
1.	Conceptos generales sobre mantenimiento hospitalario.
2.	Rutinas de mantenimiento.
2.1.	Diario.
2.2.	Mensual.
2.3.	Anual.
3.	Herramientas y accesorios.
4.	Medidas de seguridad.
5.	Práctica.

### 5.3.3.2.2 Unidad dos. Bombas de vacío

Esta unidad tiene como finalidad, proporcionar al participante, conocimientos generales del principio de funcionamiento y las rutinas de mantenimiento de bombas de vacío. El contenido propuesto se detalla en la tabla V.

**Tabla V. Unidad dos para operadores**

<b>Unidad dos. Bombas de vacío.</b>	
<b>Conceptos generales de vacío.</b>	
1.	¿Qué es el vacío?
1.1.	Usos dentro el hospital.
2.	Conceptos generales de vacío.
2.1.	Principio de funcionamiento de la bomba de vacío.
3.	Generalidades sobre las instalaciones de vacío.
<b>Mantenimiento.</b>	
1.	Conceptos generales sobre mantenimiento hospitalario.
2.	Rutinas de mantenimiento.
2.1.	Diario.
2.2.	Mensual.
2.3.	Anual.
3.	Herramientas y accesorios.
4.	Medidas de seguridad.
5.	Práctica.

### 5.3.3.2.3 Unidad tres. Gases médicos

Esta unidad tiene como finalidad proporcionar al participante, conocimientos generales del principio de funcionamiento de los equipos de gases médicos así como de su manejo. El contenido propuesto se presenta en la siguiente tabla VI.

**Tabla VI. Unidad tres para operadores**

<b>Unidad tres. Gases médicos.</b>	
<b>Conceptos generales de gases médicos.</b>	
1.	¿Qué son los gases médicos?
1.1.	Tipos de gases médicos más comunes.
1.2.	Usos dentro el hospital.
2.	Conceptos generales de almacenamientos de gases.
3.	Generalidades sobre las instalaciones de gases médicos.
<b>Mantenimiento.</b>	
1.	Conceptos generales sobre mantenimiento hospitalario.
2.	Rutinas de mantenimiento.
3.	Manejo de gases médicos
4.	Herramientas y accesorios.
5.	Medidas de seguridad.
6.	Práctica.

### **5.3.4 Desarrollo del programa**

Definidos los contenidos de cada unidad, es necesario planificar el desarrollo de cada unidad. Cada contenido de las unidades, necesita de recursos y técnicas específicas, que pueden ser comunes, que es necesario tenerlos en el momento justo, para evitar interrupciones que distraigan a los participantes.

Además se presenta la necesidad de planificar con anterioridad las actividades que se deben de llevar a cabo en cada unidad, el tiempo en que se tiene que impartir los contenidos de la unidad. La planificación general del programa se presenta en la tabla VII.

PLANIFICACIÓN GENERAL DEL PROGRAMA

Tabla VII. Planificación general del programa

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTENIDO	TÉCNICAS DIDÁCTICAS	RECURSOS DIDÁCTICOS	ACTIVIDADES	DURACIÓN
Al terminar la unidad, el participante comprenderá, los conceptos generales de gases médicos y su manejo, e identificará los tipos más comunes y sus usos; y tendrá la capacidad de hacer buen uso de los servicios de gases médicos.	Unidad única. usuarios	Exposición Demostración	Folleto, Pizarra, Retroproyector, Acetatos, Cilindros de gases médicos, Flujómetros	Clase magistral Visita a sala de encarnamiento, para práctica de uso de tomas. Práctica de manejo de cilindros y de buen uso de servicios	8 horas.
Al terminar la unidad, el participante comprenderá los conceptos fundamentales de aire médico, usos e instalaciones y tendrá la capacidad de hacer las rutinas de mantenimiento específicas para compresores de aire médico.	Unidad 1 operadores	Exposición Demostración	Folleto, Manuales, Retroproyector, Acetatos, Herramienta, Multímetro	Clase magistral, visita a central de gases y ejecución de las rutinas de mantenimiento	12 horas
Al terminar la unidad, el participante comprenderá los conceptos fundamentales de vacío, usos e instalaciones y tendrá la capacidad de hacer las rutinas de mantenimiento específicas para bombas de vacío.	Unidad 2 Operadores	Exposición Demostración	Folleto, Manuales, Retroproyector, Acetatos, Herramienta, Multímetro	Clase magistral, visita a central de gases, ejecución de las rutinas de mantenimiento	12 horas
Al terminar la unidad, el participante comprenderá los conceptos fundamentales de gases médicos, tipos más comunes usados dentro del hospital, usos e instalaciones y tendrá la capacidad de hacer las rutinas de mantenimiento específicas y la de manejar gases médicos.	Unidad 3 Operadores	Exposición Demostración	Folleto, Manuales, Retroproyector, Acetatos, Herramienta, Cilindros de gases médicos	Clase magistral, visita a central de gases, ejecución de rutinas de mantenimiento y práctica de manejo de cilindros de gases médicos	8 horas.

## **Implementación del programa de capacitación**

Para la implementación del programa, se deben considerar los siguientes aspectos:

- a. El programa no es excluyente, en el pueden participar cualquier persona, siendo su único requisito, que labore dentro del hospital.
- b. El programa considera tres instructores, uno se encargará de impartir la teoría; y los otros dos de la parte de mantenimiento y práctica, quienes de preferencia uno debe ser técnico en gases médicos y el otro técnico en electricidad.
- c. El programa deberá impartirse en los salones que el HGSJD ha destinado para la capacitación con anterioridad.
- d. Los cursos, pueden impartirse juntos o por separado, respetando el contenido propuesto. Al darse por separado, los contenidos son reforzados y se les prolonga más el tiempo de duración.
- e. La duración de las unidades 1 y 2 para los operadores, tienen una duración de 12 horas cada una, la unidad 3 para operadores y la única para usuarios tendrán duración de 8 horas cada uno. El programa en su totalidad dura 40 horas.
- f. El programa fue hecho para el caso específico del HGSJD; pero puede utilizarse en para capacitar otros hospitales que se encuentren bajo las órdenes del MSPAS.
- g. Al finalizar los cursos que comprenden el programa, se dará diploma de participación, avalado por el ministerio.

## CONCLUSIONES

1. El principio de funcionamiento de los equipos del área de gases se debe a fenómenos físicos; en el caso de los compresores reciprocantes, la compresión se logra por medio de la reducción del volumen del gas, y en las bombas de paletas, por medio de la succión que producen las paletas que arrastran el gas hacia el ducto de salida.
2. Por medio de las visitas realizadas al hospital, se determinó que algunos equipos presentan problemas en su operación, el caso más dramático es el de la bomba de vacío del área de maternidad, ésta presenta fugas de aceite que no han sido controladas y aún así, presta el servicio.
3. Hasta hace un año, el mantenimiento de los equipos del área de gases del hospital, era proveído por una empresa privada. Su contrato fue cancelado a principios de este año, lo que hizo aflorar deficiencias en el programa, porque la empresa no dejó constancia de los procedimientos de sus rutinas y sólo brindó capacitaciones dirigidas a la seguridad en el manejo de cilindros. Esto ha causado que el mantenimiento, hasta la fecha, sólo cumpla con algunas rutinas, las que han efectuado de manera normal los operadores; y que las rutinas más específicas sean aplicadas nada más en casos de emergencias.

4. Para el diseño de las rutinas de mantenimiento, se tomaron en cuenta las descripciones de los operadores encargados del área del HGSJD, y las experiencias de técnicos de la iniciativa privada que prestan el servicio de mantenimiento de gases en otros hospitales; participando durante la ejecución de las rutinas, dentro de las instalaciones del hospital o en otras instalaciones, cuyos equipos presentan similares características a los equipos del HGSJD, constituyendo un referente básico veraz, adecuado a las necesidades del hospital.
5. Al implementarse el programa, su buen funcionamiento dependerá de dos condiciones, una, que éste sea aplicado por operadores o se exija su aplicación a la empresa contratada; la otra, que los usuarios de los servicios, abandonen las prácticas dañinas para los equipos, sustituyéndolas por las correctas.
6. Se establece el proceso de supervisión del programa, como medio recolector de la información, de la cual, emanarán las decisiones de mejora o corrección que se deban tomar para manejar los resultados del programa.
7. La capacitación, constituye un eje importante, sobre el que debe girar el buen desempeño de las labores y tareas asignadas al mantenimiento. Se propone un programa de capacitación, adecuado a la realidad del hospital y que puede ser aplicado a otras realidades más generales; que contribuya a facilitar a los operadores, las herramientas y conocimientos necesarios que les permitan efectuar sus tareas con un buen desempeño.



## RECOMENDACIONES

1. Exigir en los contratos que se hagan con empresas privadas, que presten servicios específicos de mantenimiento, la entrega de manuales de operación y mantenimiento de los equipos, así como efectuar capacitaciones al personal del hospital, en especial a técnicos y operadores en esos temas.
2. Optimizar el proceso de adquisición de los recursos necesarios para asegurar la disponibilidad de los mismos, en los momentos en que se necesiten, o su pronta adquisición si no se tuvieren.
3. Efectuar controles más severos a las empresas que tienen contratos para realizar determinados servicios de mantenimiento, ya que muchas veces, éstas incumplen con las cláusulas del contrato, haciendo uso de materiales no adecuados, incluso, no efectuando las obras y cobrando el servicio.
4. Adquirir la herramienta, los recursos y los equipos necesarios, incluso de seguridad, para facilitar el desempeño de las rutinas entre los operadores y técnicos del hospital.
5. Fomentar lazos de colaboración entre las jefaturas, lazos que permitan el cumplimiento de las propuestas de este trabajo, por la jefatura y sus subordinados.

6. Creación de bases de datos, tanto físicas como virtuales, que tengan la capacidad de almacenar la información generada por los resultados de las inspecciones, manuales que se adquieran, tablas y otro tipo de medio de información que se crea conveniente.
  
7. Fomentar la capacitación del personal del hospital, buscando no sólo el mejor desempeño de sus labores, sino también, el crecimiento intelectual y de la motivación para desempeñar sus labores.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Carnicer, Enrique. **Aire comprimido: teoría y cálculo de las instalaciones.** s.l Editorial Paraninfo, s.a
2. **Consultoría e instalación, conservación, mantenimiento y reparación de equipo médico. Segunda etapa 22 agosto - 21 octubre 1988.** Guatemala: OPS-OMS, s.a
3. Curso corto. **Proyectos de instalación de equipos de hospitales. Operación y mantenimiento.** Guatemala: Usac, abril – mayo 1968..
4. Hospital General San Juan de Dios. Departamento de mantenimiento. **Manual organizacional y funcional del departamento de mantenimiento.** Guatemala: s.e agosto de 2005 p. 40
5. **Principios de vacío.** [http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/131/htm/sec\\_5.htm](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/131/htm/sec_5.htm) junio de 2005
6. **Principios de vacío.** [http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/131/htm/sec\\_6.htm](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/131/htm/sec_6.htm) junio de 2005
7. **Principios de vacío.** [http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/131/htm/sec\\_8.htm](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/131/htm/sec_8.htm) junio de 2005
8. **Principios de vacío.** [http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/131/htm/sec\\_11.htm](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/131/htm/sec_11.htm) junio de 2005
9. Malagón – Londoño, Gustavo y otros. **Administración Hospitalaria.** 2da edición. s.l Editorial médica panamericana, 2000. 628 pp.
10. **Normas de ingeniería de diseño, instalaciones hidráulica, sanitaria y especiales.** s.l IMSS s.a
11. Paiz Cano, Efraín Andrés. Diseño del programa para la adecuada operación y mantenimiento de bombas hidráulicas en hospitales nacionales. Tesis Ing. Mec. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005, 127pp.

12. Pérez Pereida, Rudi Osbaldo. Diseño de una propuesta de programa para la operación y mantenimiento de autoclaves en los hospitales nacionales de la región metropolitana. Tesis Ing. Mec. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005.
13. Rivera Álvarez, Dr. Ramiro. **Hospital de los hermanos de San Juan de Dios. Guatemala:** Centro editorial Vile, octubre de 2002. 123 pp.
14. Salazar, José Vicente. **El Hospital General, ayer y hoy.** s.l s.e s.a 28 pp.
15. Severns y otros. **La producción de energía mediante el vapor, aire y gases.** s.l Editorial Reverte, s.a
16. **Licitación de gases médicos del HGSJD.** [www.guatecompras.gt/concursos/files/17/BASES%20MEDICOS%20%Y%20VACIO.doc](http://www.guatecompras.gt/concursos/files/17/BASES%20MEDICOS%20%Y%20VACIO.doc) . junio de 2005
17. **Compresores de aire médico.** [www.inframedica.com/productos/equipo\\_medico/compresores.htm](http://www.inframedica.com/productos/equipo_medico/compresores.htm) junio de 2005
18. **Mantenimiento.** [www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml](http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml) junio de 2005
19. **Mantenimiento.** [www.monografias.com/trabajos16/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml](http://www.monografias.com/trabajos16/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml) junio de 2005

## APÉNDICE

### Apéndice 1. Mantenimiento de tomas

El uso continuado de las tomas, crea desgaste en sus partes principales, mayormente en los sellos mejor conocidos como o´rings. En el caso del hospital, para cambiarlos se debe hacer uso de una llave especial para las tomas, véase la figura 43.

**Figura 43. Llave de las tomas**



Ésta se introduce dentro de la salida de la toma y se gira al contrario de las agujas del reloj. Se sacan los elementos de la toma y se procede a hacer el cambio de los o´rings. Hay de diversos tipos, como se muestran en la figura 44. Se quitan los o´rings dañados y se sustituyen por los nuevos, para luego armar la toma.

Se recomienda aplicar teflón a las partes roscadas de la toma, aplicándolo en dirección del roscado.

**Figura 44. Tipos de o´rings**



Para facilitar la entrada y salida de los accesorios, se puede aplicar un lubricante especial, conocido como grasa de o´ring de gases m´dicos y vac´o de la marca Chemetron. La funci3n de esta, es retrasar el desgaste de los o´rings. Se debe tener cuidado de no aplicar otro lubricante, ya que se corre el riesgo de explosi3n.

Si la tuber´a se ha tapado, se recomienda la aplicaci3n en la salida de presi3n positiva, preferente de nitr3geno, por lo seco a una presi3n de 2200 psi. Antes de efectuar este proceso, se deben abrir las v´lvulas de purga de la l´nea, quitar los reguladores, man3metros y otros aparatos; o abrir un by-pass (paso alternativo), que se encuentre antes de la bomba, para cerrar el ingreso a ella y deje una salida a la presi3n.

## ANEXO

### Anexo 1. Localización de las tomas de los servicios de gases médicos dentro del hospital

**Tabla VIII. Localización de tomas**

Locales	Oxígeno	Óxido nitroso	Aire	Vacío	Observaciones
Aislamiento de adultos y niños	X	----	X	----	Una salida sencilla p/cama, cuna o incubadora.
Central de Esterilización	----	----	X	---	Para probador de guantes.
Consultorios dentales	----	----	----	----	-----
Encamados de pediatría	X	---	X	---	Una salida sencilla se instalará al 15% del No. de camas.
Encamados adultos	X	---	X	---	Una salida sencilla se instalará al 15% del No. de camas.
Laboratorio	X	---	---	X	Salida sencilla.
Prematuros	X	---	X	X	Una salida sencilla por cama.
Rayos "X"	----	----	----	----	-----
Recuperación pos-operatoria	X	---	X	---	Una salida sencilla por cama.
Sala de Expulsión	XX	X	XX	XX	Salida sencilla y para el recién nacido otra salida.
Encamados de pediatría	X	---	X	---	Exclusivamente una salida sencilla p/cama en aislados.
Encamados Adultos	X	---	X	---	Exclusivamente una salida sencilla p/cama en aislados.

**Fuente:** Normas de Ingeniería de diseño. Instalación hidráulica, sanitaria y especiales. IMSS.

**Anexo 1. Localización de las tomas de los servicios de gases médicos dentro del hospital**

**Tabla VIII. Continuación**

<b>Locales</b>	<b>Oxígeno</b>	<b>Óxido nitroso</b>	<b>Aire</b>	<b>Vacío</b>	<b>Observaciones</b>
Sala de Necropsias	---	---	X	---	Una salida sencilla.
Sala de Operaciones	X	X	X	X	Una salida sencilla.
Terapia Intensiva	X	---	X	X	Una salida sencilla por cama.
Observación	X	---	X	---	Una salida sencilla.
Emergencias	X	---	X	---	Una toma sencilla por cama
Cuneros	X	---	X	---	Una salida sencilla se instalará al 12% del No. de camas.
Aislados	X	---	X	---	Una toma sencilla para 2 camas.
Cuneros de Recuperación anexos al quirófano	X	---	X	---	Una toma sencilla por cama

**Fuente: Normas de Ingeniería de diseño. Instalación hidráulica, sanitaria y especiales. IMSS.**



## Anexo 2. Dimensiones para los locales de los tanques de oxígeno

**Tabla IX. Dimensiones mínimas del local**

Número de camas	Tanque comercial. Litros	Dimensiones mínimas del local (metros)		
		Largo	Ancho	Alto
160-200	2420	3.6	3.6	4.5
210-400	4558	4	4	5
410-700	8240	4.5	4.5	6

Estos tanques se consideraron con una recarga mínima de 15 días. La altura señalada es la del techo del local y de la puerta de acceso, para las maniobras necesarias.

**Fuente:** Normas de Ingeniería de diseño. Instalación hidráulica, sanitaria y especiales.  
**IMSS.**

**Anexo 3. Potencia del motor y área requerida de instalación para bombas de vacío y compresores**

**Tabla XI. Potencia de motor para compresores**

Número de camas	50	100	200	300	400
HP motor	3	5	7.5	10	15

Para todos los casos se requiere un área de 1.0 x 2.0 metros de área.

Este es el espacio ocupado por el tanque.

**Fuente: Normas de Ingeniería de diseño. Instalación hidráulica, sanitaria y especiales. IMSS.**

**Tabla XII. Potencia de motor para bombas de vacío**

Número de camas	50	100	200	300	400
HP motor	3	5	5	7.5	10

**Fuente: Normas de Ingeniería de diseño. Instalación hidráulica, sanitaria y especiales. IMSS.**

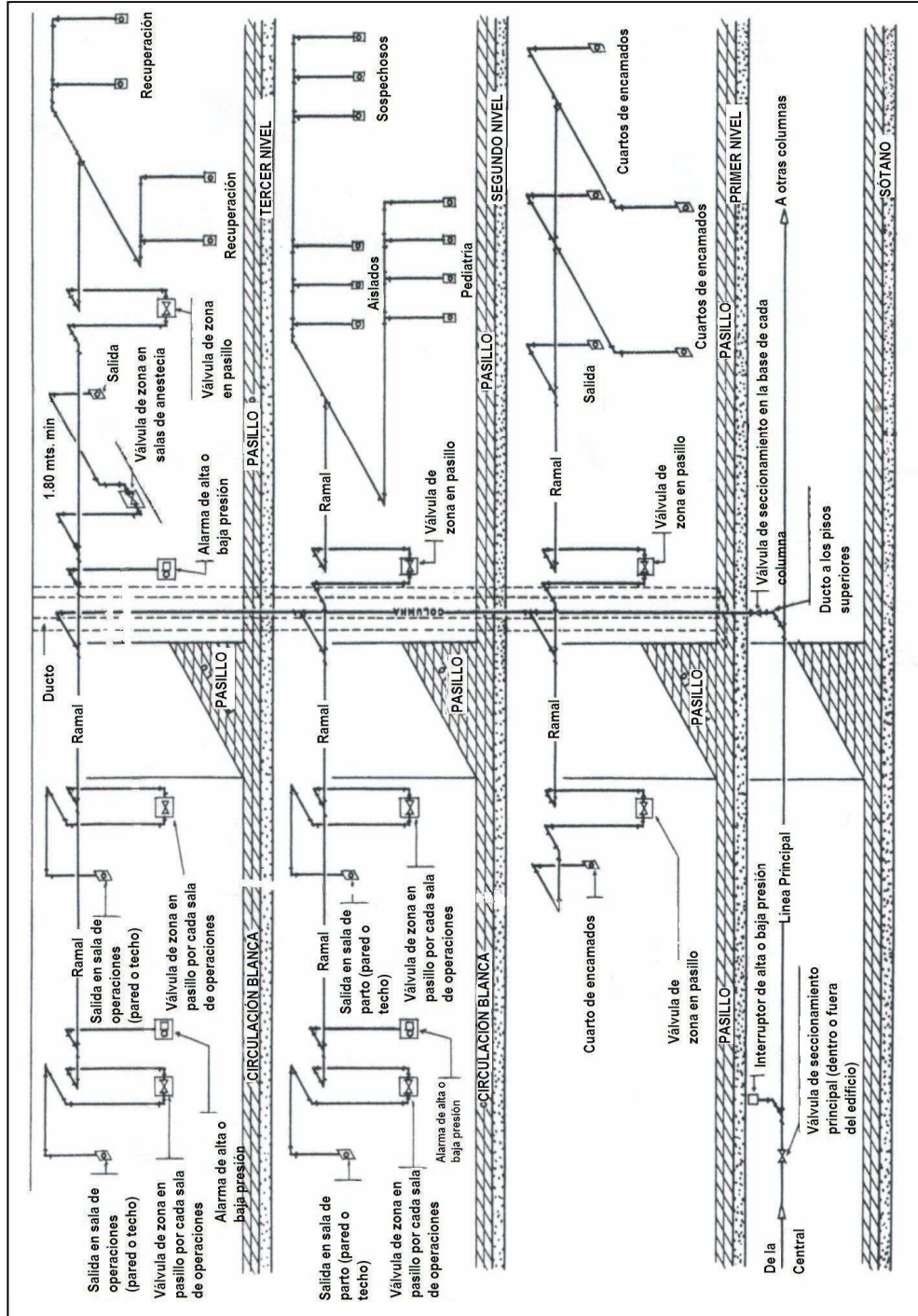
**Tabla XI. Área requerida**

Número de camas	50	100	200	300	400
Largo (metros)	1.65	1.9	1.9	2.35	2.35
Ancho (metros)	1.1	1.5	1.5	1.6	1.67

**Fuente: Normas de Ingeniería de diseño. Instalación hidráulica, sanitaria y especiales. IMSS.**

## Anexo 4. Localización de las válvulas en la instalación de gases médicos

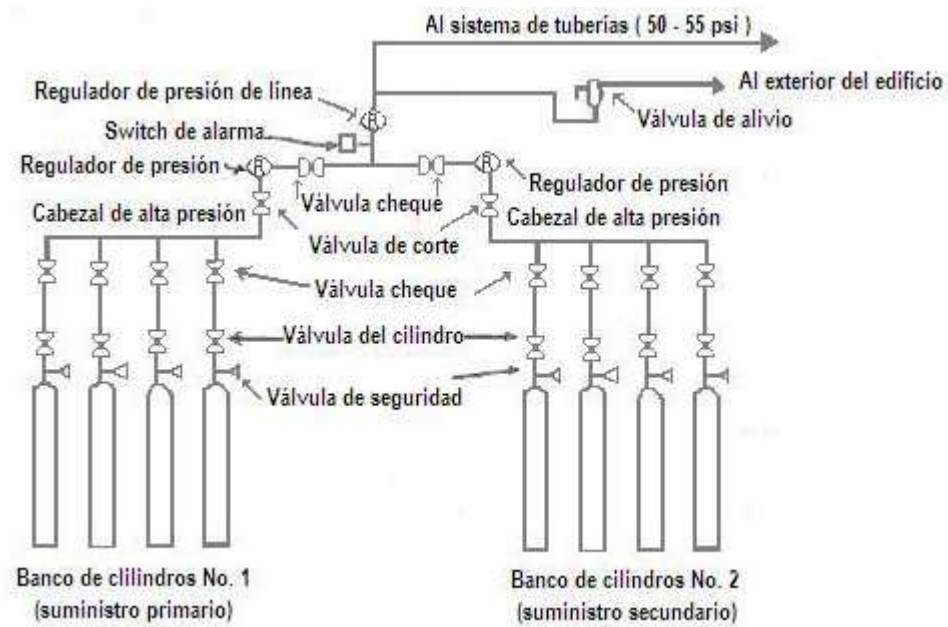
### Figura 45. Localización de válvulas



Fuente: Normas de Ingeniería de diseño. Instalación hidráulica, sanitaria y especiales. IMSS.

## Anexo 5. Esquema del sistema de cilindros sin suministro de reserva

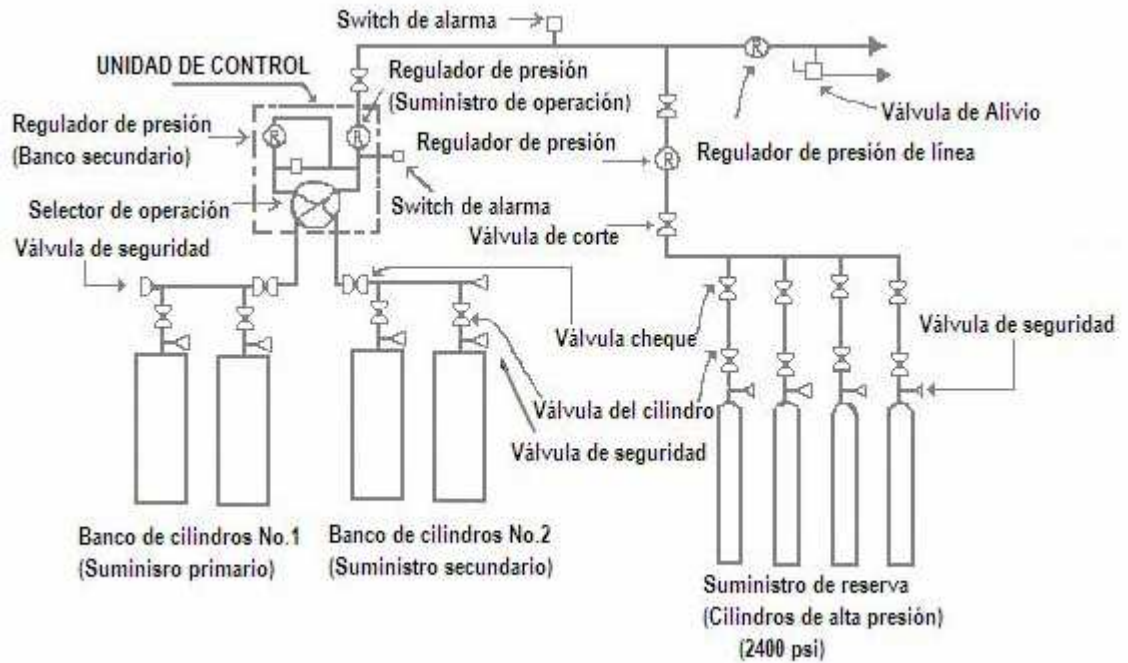
Figura 46. Esquema de sistema sin suministro de reserva



Fuente: Organización panamericana de la salud. Consultoría en instalación, conservación, mantenimiento y reparación de equipo médico, gases médicos o medicinales. Segunda etapa 22 agosto – 21 octubre, 1988 .

## Anexo 6. Esquema del sistema de cilindros con suministro de reserva

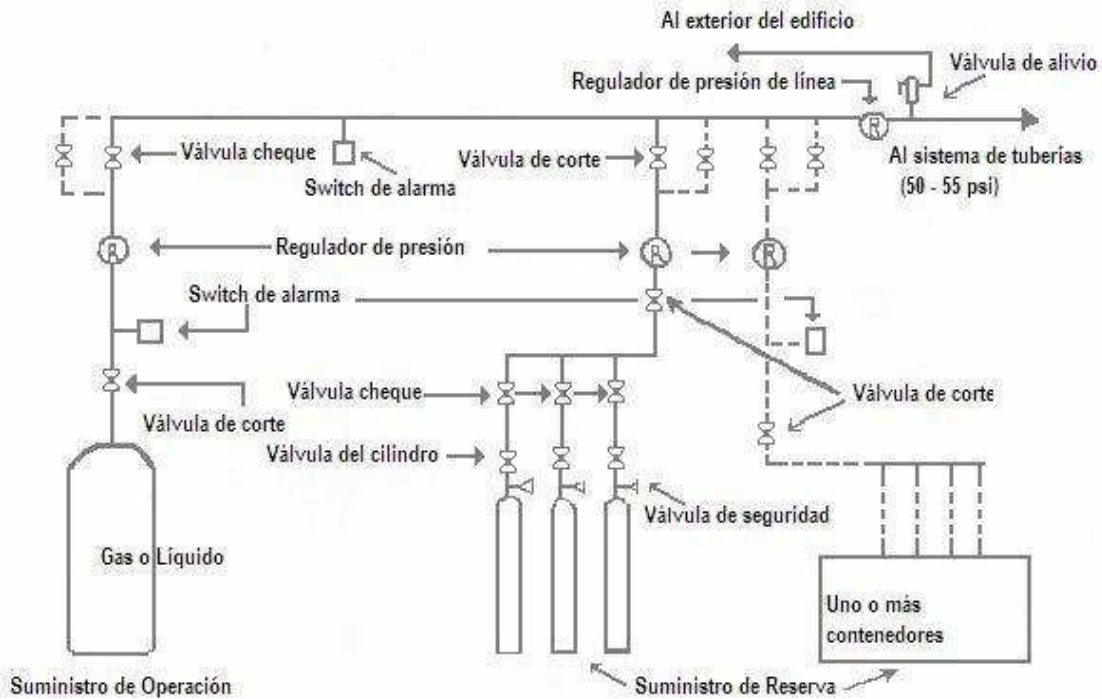
Figura 47. Esquema de sistema con suministro de reserva



Fuente: Organización panamericana de la salud. Consultoría en instalación, conservación, mantenimiento y reparación de equipo médico, gases médicos o medicinales. Segunda etapa 22 agosto – 21 octubre, 1988 .

## Anexo 7. Esquema del sistema de suministro de gran volumen

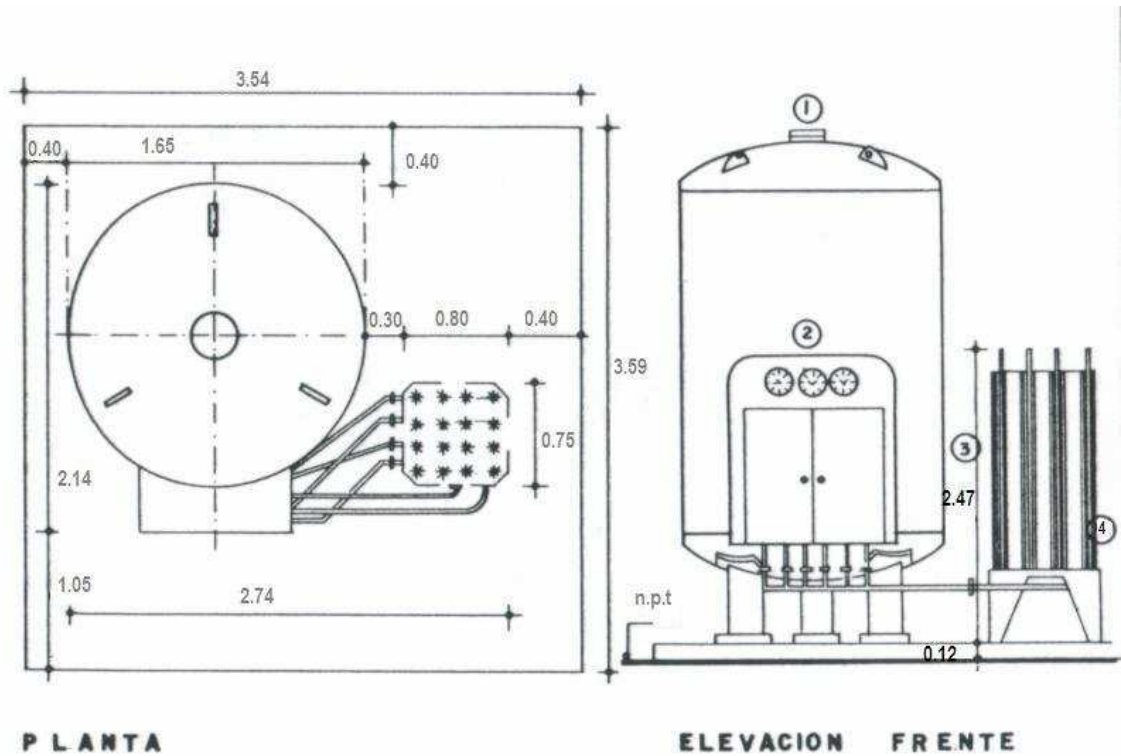
Figura 48. Esquema de sistema de suministro de gran volumen



Fuente: Organización panamericana de la salud. Consultoría en instalación, conservación, mantenimiento y reparación de equipo médico, gases médicos o medicinales. Segunda etapa 22 agosto – 21 octubre, 1988 .

## Anexo 8. Dimensiones del tanque de oxígeno

Figura 49. Dimensiones del tanque de oxígeno

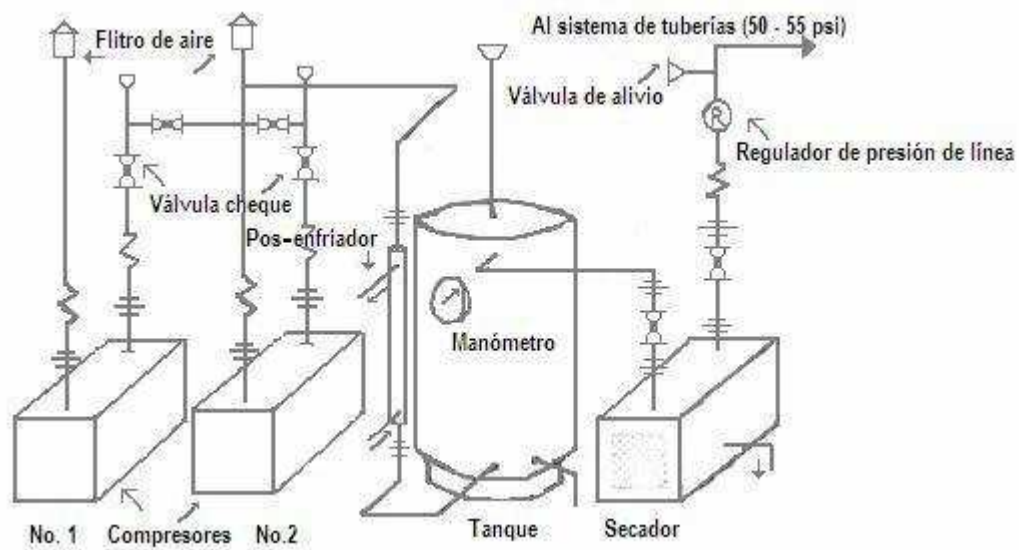


PESO DEL TERMO VACIO		2,500 KG.
PESO DEL TERMO LLENO		5,264 KG
TIPO - C		CAP. = 2,420 LTS.
1	FUSIBLE DE SEGURIDAD	
2	INDICADORES (NIVEL Y PRESIÓN)	
3	CUBIERTA	
4	VAPORIZADOR ADICIONAL (16 TUBOS)	

Fuente: Normas de Ingeniería de diseño. Instalación hidráulica, sanitaria y especiales. IMSS.

## Anexo 9. Esquema de instalación del suministro de aire comprimido medicinal

Figura 50. Esquema de la instalación del compresor

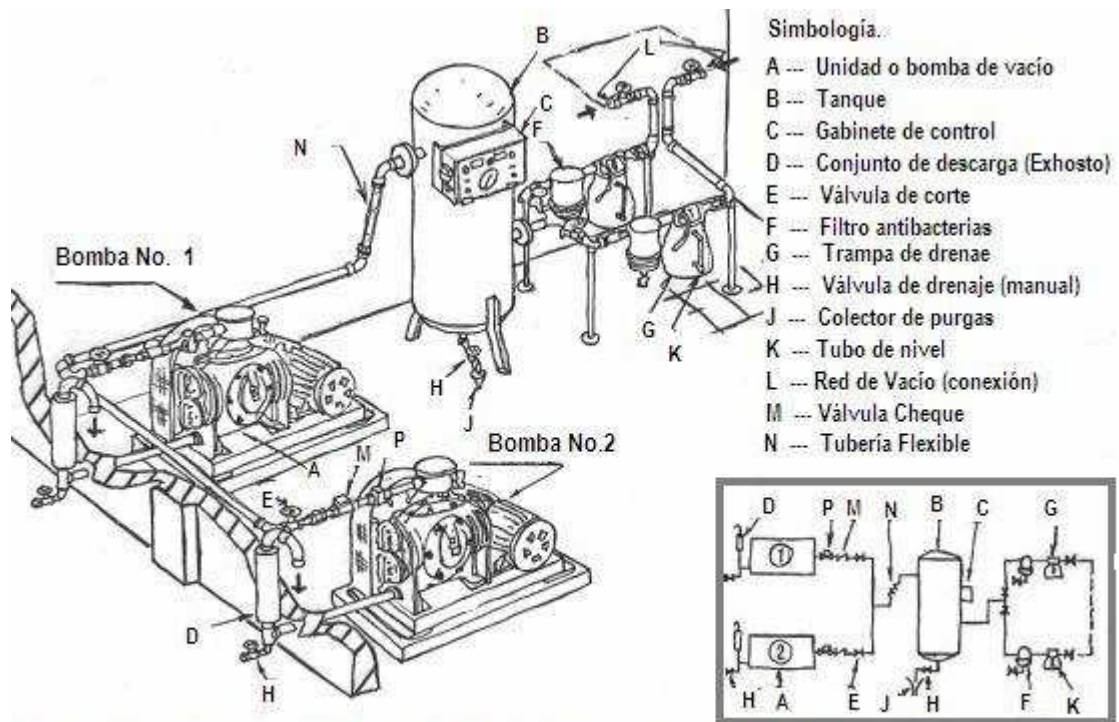


Fuente: Organización panamericana de la salud. Consultoría en instalación, conservación, mantenimiento y reparación de equipo médico, gases médicos o medicinales. Segunda etapa 22 agosto – 21 octubre, 1988 .



## Anexo 10. Esquema de instalación del sistema centralizado de vacío

Figura 51. Esquema de la instalación de la bomba de vacío



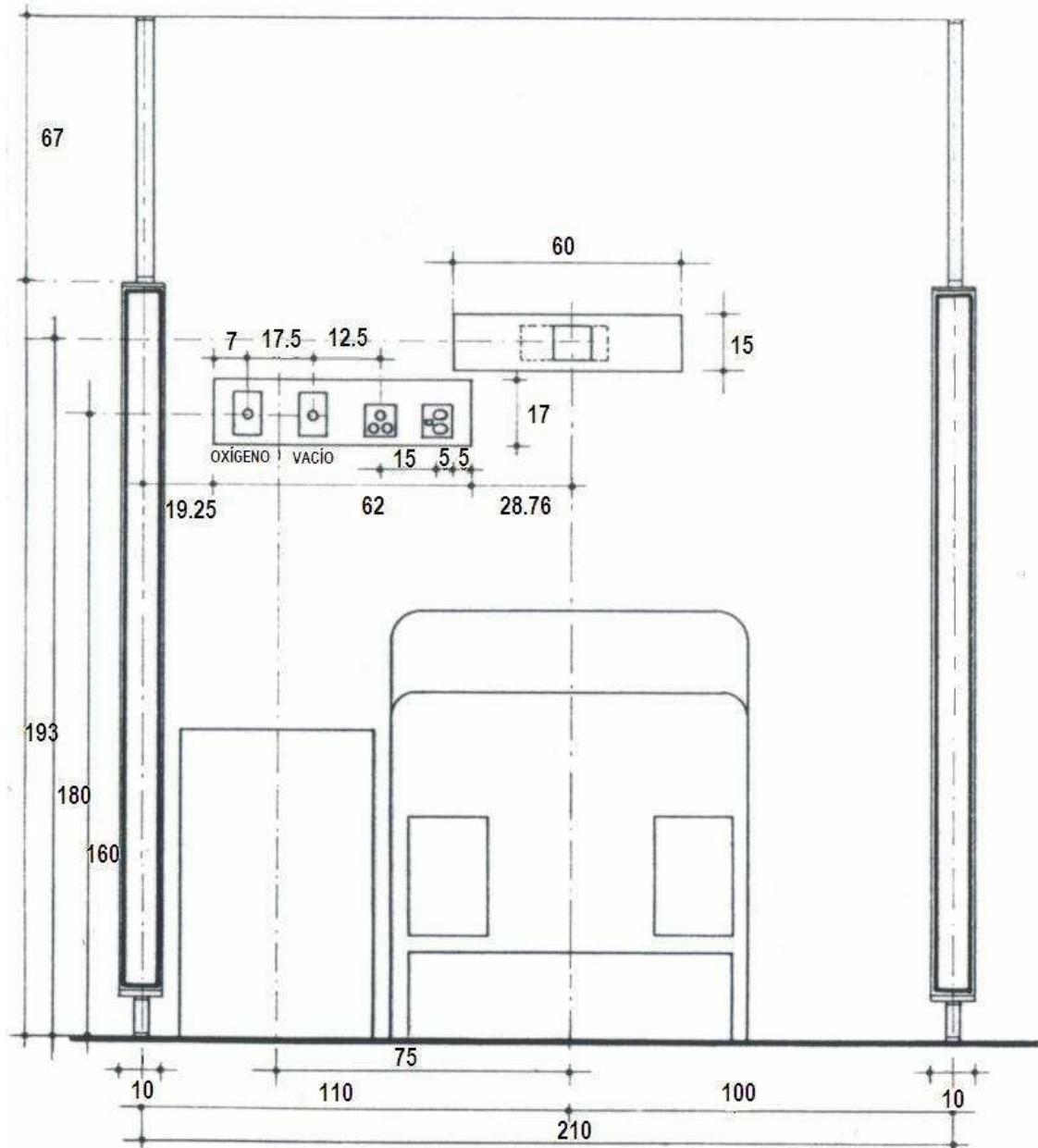
Planta típica de una central de suministro para succión, Tipo duplex, dos tanques

Fuente: Organización panamericana de la salud. Consultoría en instalación, conservación, mantenimiento y reparación de equipo médico, gases médicos o medicinales. Segunda etapa 22 agosto – 21 octubre, 1988 .



## Anexo 11. Especificaciones para la instalación de tomas

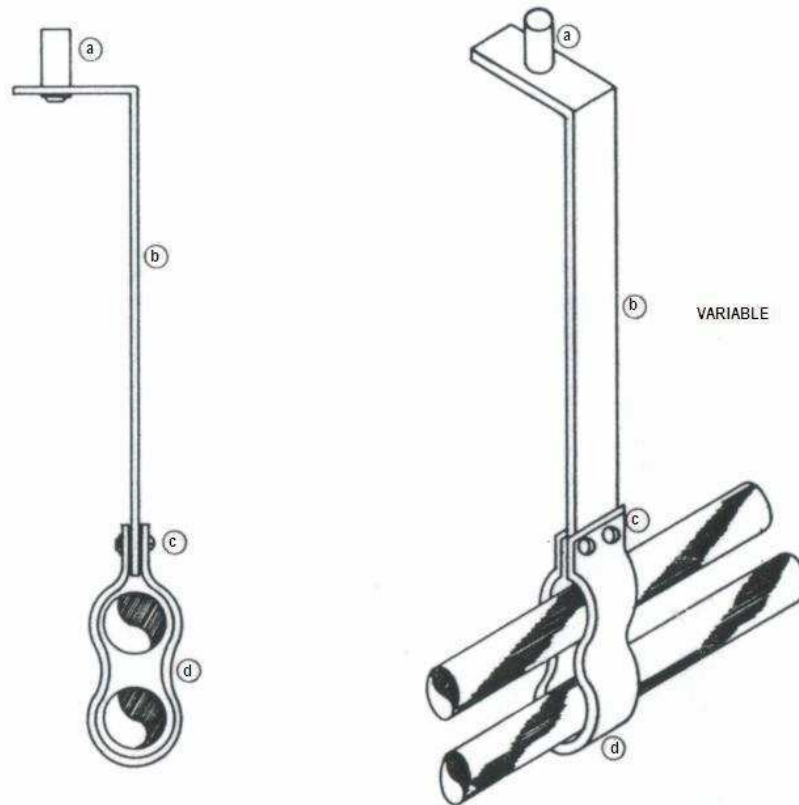
Figura 53. Detalle de las dimensiones de las tomas en la cabecera



Fuente: Normas de Ingeniería de diseño. Instalación hidráulica, sanitaria y especiales. IMSS.

## Anexo 11. Dimensiones para la instalación de tomas

Figura 54. Soportes especiales para la tubería de vacío, oxígeno y aire comprimido



a .. Taquete de expansión	c .. Solera de cobre
b .. Solera de hierro	d .. Tornillos cabeza de gota con roldanas y tuercas

F I G U R A S				
DIAMETRO	a	b	c	d
10 a 15 mm	c - 19	19.0 x 3.2 mm (3/4" x 1/8")	19.0 x 3.2 mm (3/4" x 1/8")	S L 4.7 x 19.0 mm (3/16" x 3/4")

Fuente: Normas de Ingeniería de diseño. Instalación hidráulica, sanitaria y especiales. IMSS.

## **Anexo 12. Función de las tomas**

### Sala de operaciones.

Se necesitan cinco tomas o salidas para oxígeno, dos para aire y una para óxido nitroso. Las tomas de oxígeno son utilizadas para conectar un aparato de anestesia, para un equipo de inhalación o ventilador; las tomas de aire son utilizadas para los aspiradores de quirófano para un ventilador, que en ocasiones se combina con el oxígeno. Se puede usar el aspirador de canastilla. La toma de óxido nitroso, sirve para el aparato de anestesia.

### Sala de Expulsión.

Además del número considerado para la sala de operaciones, se necesitan una toma de aire y otra de oxígeno para el recién nacido. La toma de oxígeno se utiliza para el equipo de inhalación, la de aire para el aspirador de canastilla.

### Recuperación.

Para este caso, son necesarias una toma de oxígeno y dos de aire. La toma de oxígeno se utiliza para equipos de inhalación o para ventilador; la toma de aire, se utiliza para un aspirador de canastilla o para uno de succión lenta; si es necesario, se les puede conectar un ventilador. Se aplican las mismas condiciones para terapia intensiva.

## **Anexo 12. Función de las tomas**

### Rehidratación.

Se necesitan una toma de oxígeno y otra de aire por mesa, la toma de oxígeno se utiliza para equipos de inhalación o para tienda de oxígeno Kinderzelt; la de aire para un aspirador de canastilla.

### Servicios Varios.

Para los servicios de Cuneros, Observación, Emergencias, todos los servicios de Pediatría, Encamamientos y Aislados, se necesitan dos tomas por cama o cuna, una de aire y otra de oxígeno. La toma de oxígeno se utiliza para equipos de inhalación, ya sea de adulto o de niño la toma de aire para un aspirador de canastilla, para tiendas ultra o Kinderzelt.

### Autopsias.

Es necesaria una toma de aire y una de vacío por cada una de las mesas, cuya función es limpiar con presión y succionar las secreciones.

### Laboratorios.

Una toma de oxígeno con regulador para flamómetro, tomas sencillas de vacío, oxígeno aire comprimido.

## **Anexo 12. Función de las tomas**

### *Labor de parto.*

Se necesitan una toma de aire y otra de oxígeno. La toma de oxígeno se utiliza para un equipo de inhalación y la de aire para un aspirador de canastilla. Estas condiciones aplican para la sala de prematuros.

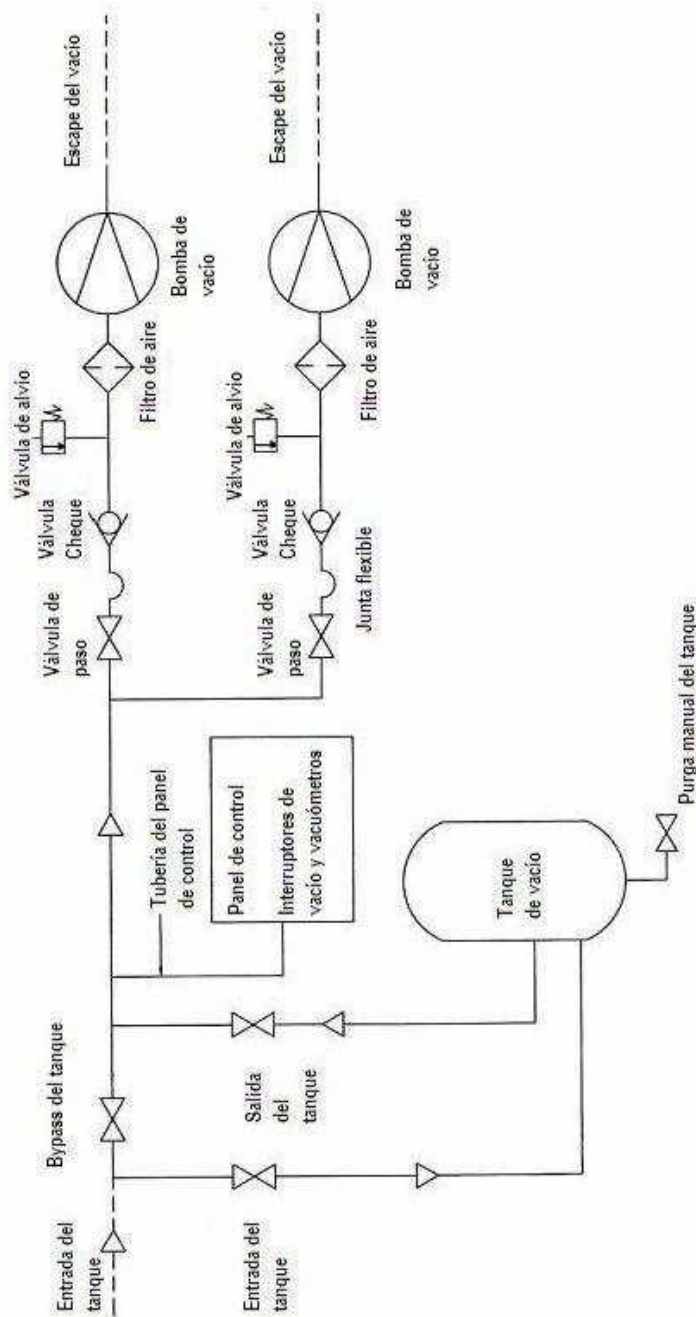
### *Central de equipos.*

Es necesaria una toma de aire en la sección de guantes, para realizar las pruebas sobre los mismos.

**Fuente: Normas de Ingeniería de diseño. Instalación hidráulica, sanitaria y especiales. IMSS.**

### Anexo 13. Diagrama de una bomba de vacío duplex

Figura 55. Componentes de una instalación de bomba de vacío

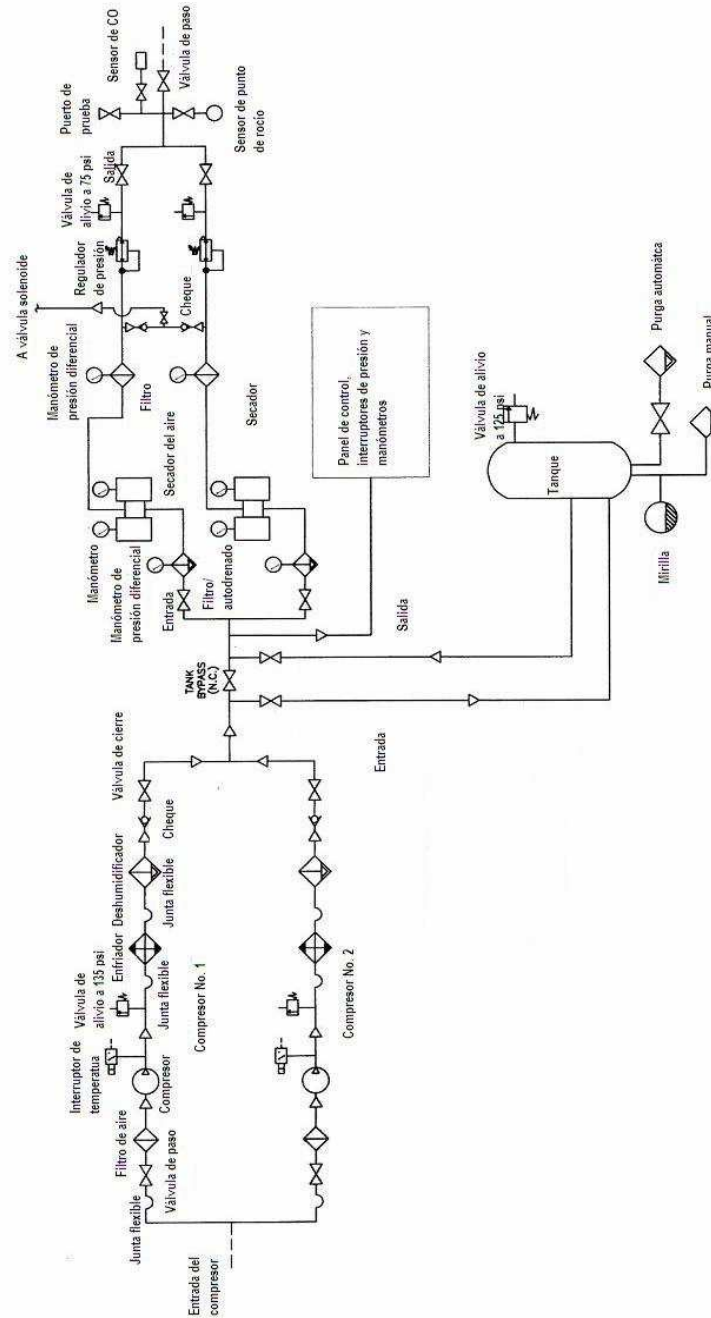


Fuente: Cortesía de Beacon Medaes, soluciones para gases médicos.



## Anexo 14. Diagrama de un compresor duplex

Figura 56. Componentes de una instalación de compresor de aire médico



Fuente: Cortesía de Beacon Medaes, soluciones para gases médicos

