

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MONTAJE, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL  
PARA LA OPERACIÓN DEL EQUIPO DE ESTERILIZACIÓN Y  
DESTILADORES DE AGUA, EN EL HOSPITAL GENERAL DE  
ACCIDENTES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE  
SEGURIDAD SOCIAL (IGSS)**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
POR**

**MARCO VINICIO RIVERA GARCÍA**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE**

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 1999**

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



## FACULTAD DE INGENIERÍA

### NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

<b>DECANO</b>	Ing. Herbert René Miranda Barrios
<b>VOCAL 1º.</b>	Ing. José Francisco Gómez Rivera
<b>VOCAL 2º.</b>	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
<b>VOCAL 3º.</b>	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
<b>VOCAL 4º.</b>	Br. Oscar Stuardo Chinchilla Guzmán
<b>VOCAL 5º.</b>	Br. Mauricio Alberto Grajeda Mariscal
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

<b>DECANO</b>	Ing. Herbert René Miranda Barrios
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. José Francisco Gómez Rivera
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Luis Antonio Tello Castro
<b>EXAMINADORA</b>	Inga. Norma I. Samiento Z. De Serrano
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Gilda Marina Castellanos Biaza de Illescas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**MONTAJE, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL  
PARA LA OPERACIÓN DEL EQUIPO DE ESTERILIZACIÓN Y  
DESTILADORES DE AGUA, EN EL HOSPITAL GENERAL DE  
ACCIDENTES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE  
SEGURIDAD SOCIAL (IGSS)**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 01 de septiembre de 1998.

F. \_\_\_\_\_

Marco Vinicio Rivera García

## **AGRADECIMIENTO ESPECIAL**

Por este triunfo estudiantil a mi Padre Eterno,  
porque "Jehová da la sabiduría y de su boca viene  
el conocimiento y la inteligencia". (Proverbios 2:6).

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>MIS PADRES</b>	Jorge Humberto Rivera Villegas Silvia Maricela García Méndez de Rivera Con gratitud, respeto y mucha admiración
<b>MI AMADA ESPOSA</b>	Aura Ninet Delgado Minera de Rivera Mi gran amor y gran apoyo
<b>MI HIJO</b>	José Marcovi Rivera Delgado A quien tanto amo
<b>MIS HERMANOS</b>	Carlos Antonio, Jorge Estuardo y Betzey Con muchísimo cariño
<b>MIS CUÑADOS Y CONCUÑOS</b>	Julio Antonio, Mario Antonio, Alvaro, Joel, Gladis, Alfita y Alicia
<b>MIS SOBRINOS</b>	Silvia Betzey, María Conchita, Luisa Fernanda, Claudia, Jorge Antonio, José Abraham, Dulce Natalia y Julio Antonio
<b>MIS TIOS</b>	Carlitos, Raulito (+), Chatía, Carmencita García, Mario y Jorge Méndez
<b>MIS AMIGOS</b>	Doña Dori, Ing. Carlos Figueroa, Ing. Julio Molina, Ing. Luis Tello, Ing. Mario Muñoz, Tito Valladares, Carlos Vásquez, Rony Miranda, Rodin, Betio, Guti, Efraín, Dr. Romeo, Rev. Sebastián de la Cruz, Manuel González y Alan. Con muchísimo afecto



*Instituto Guatemalteco de Seguridad Social*  
*Ciudad de Guatemala, C. A.*

Dirección Cablegráfica IGSSO  
Dirección Postal: Apartado 349  
Teléfono 26001-9

03 de septiembre de 1,999.

Ingeniero  
**JOSE FRANCISCO GOMEZ RIVERA**  
Director de la Escuela de  
Ingeniería Mecánica Industrial  
Universidad de San Carlos de Guatemala

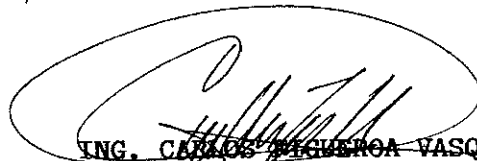
Señor Director:

Cumpliendo con lo resuelto por la Dirección de Escuela, se procedió a la asesoría y revisión del trabajo de tesis titulado MONTAJE, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA LA OPERACION DEL EQUIPO DE ESTERILIZACION Y DESTILADORES DE AGUA, EN EL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL, desarrollado por el estudiante universitario Marco Vinicio Rivera García.

El trabajo presentado por el estudiante Rivera García cumpliendo con los requisitos reglamentarios, consultando bibliografía adecuada e investigación de campo; siguiendo las recomendaciones de la asesoría, y en tal virtud tanto el autor como el asesor son responsables por el contenido del mismo.

Considero que el trabajo ha cubierto el estudio planeado, habiendo proyectado soluciones de ingeniería en el campo de investigación; por lo que me permito recomendar su APROBACION.

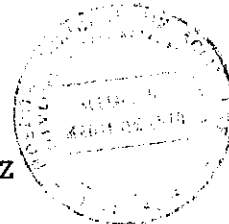
Atentamente,



**ING. CARLOS PACHECO VASQUEZ**

Asesor Colegiado No. 2984

Jefe de Sección de Ingeniería y Mantenimiento  
Hospital General de Accidentes



CFV/lmdea.



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.G.097.98  
Guatemala, 3 de septiembre de 1998.

Señor  
Ing. Juan Merck Cos  
Coordinador Unidad de Prácticas de  
Ingeniería y E.P.S.  
Facultad de Ingeniería, USAC  
Presente -

Señor Coordinador:

Por medio de la presente informo a usted, que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario MARCO VINICIO RIVERA GARCIA, procedí a revisar el Informe Final de la Práctica Supervisada, cuyo título es: "MONTAJE, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA LA OPERACIÓN DEL EQUIPO DE ESTERILIZACIÓN Y DESTILADORES DE AGUA, EN EL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL (IGSS)", el cual lo encuentro satisfactorio.

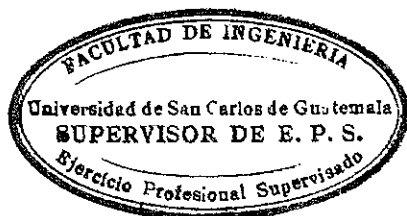
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país, principalmente en el apoyo técnico realizado a instituciones que brindan servicios a la sociedad guatemalteca, en la búsqueda de soluciones viables a los problemas que atraviesan.

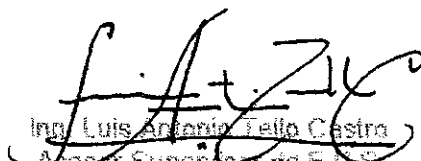
En tal virtud, LO DOY POR APROBADO, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy deferentemente,

"DID Y ENSEÑAD A TODOS"



  
Ing. Luis Antonio Tello Castro  
Asesor-Supervisor de E.P.S.  
Área de Ingeniería Mecánica-Industrial

LA Filote  
c.c.: Archivo



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS C.116.99

Guatemala, 3 de septiembre de 1999.

Señor  
Ing. Francisco Gómez Rivera  
Director de la Escuela  
De Ingeniería Mecánica-Industrial  
Facultad de Ingeniería, USAC  
Presente -

Señor Director:

Por medio de la presente, envío a usted el Informe Final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), titulado: "MONTAJE, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA LA OPERACIÓN DEL EQUIPO DE ESTERILIZACIÓN Y DESTILADORES DE AGUA, EN EL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL (IGSS)".

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario MARCO VINICIO RIVERA GARCIA, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Carlos Humberto Figueras y supervisado por el Ingeniero Luis Antonio Tello Castro.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley del referido trabajo, y existiendo la APROBACION del mismo por parte del Asesor y el Supervisor, esta COORDINACION también APRUEBA su contenido, solicitándole darle el trámite correspondiente.

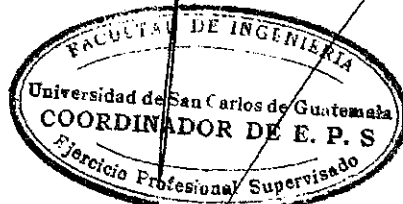
Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Atentamente,

"DIO Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. JUAN MERCK COS  
COORDINADOR DE E.P.S.

JMC/ate  
c.c.: Archivo  
Adjunto informe Final







FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Revisor de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **MONTAJE, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA LA OPERACION DEL EQUIPO DE ESTERILIZACION Y DESTILADORES DE AGUA EN EL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL (IGSS)**, presentado por el estudiante universitario Marco Vinicio Rivera García, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Francisco Gomez Rivera  
DIRECTOR

INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, octubre de 1999.

emds

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado **MONTAJE, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA LA OPERACION DEL EQUIPO DE ESTERILIZACION Y DESTILADORES DE AGUA EN EL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL (IGSS)**, presentado por el estudiante universitario **Marco Vinicio Rivera García** procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE

  
Ing. Herbert René Miranda Barrios  
DECANO

Guatemala, octubre de 1999



emds

# ÍNDICE GENERAL

	<b>PÁG.</b>
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VI
GLOSARIO	VIII
INTRODUCCIÓN	XII
OBJETIVOS	XIV
1. DESCRIPCIÓN Y ANTECEDENTES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL	
1.1 Descripción del Hospital General de Accidentes	3
1.2 Funciones y responsabilidades	4
1.3 Descripción y evaluación de la Sección de Ingeniería y Mantenimiento	5
1.3.1 Plan de la distribución del trabajo en la Sección de Ingeniería en sus diferentes departamentos	5
1.3.1.1 Evaluación y análisis	5
1.3.1.2 Planteamiento de la solución	6
1.3.1.3 Desarrollo del plan de trabajo	6
1.3.1.4 Programa de trabajo	6
1.3.1.5 Ejecución y funcionamiento	6
1.3.1.6 Evaluación de trabajo	7
1.3.2 Marco organizacional y diagnóstico del proceso en la Sección de Ingeniería a nivel técnico y administrativo	7
1.3.2.1 Entradas	7
1.3.2.2 Proceso	8
1.3.2.3 Producto	10
1.3.2.4 Salidas	10
1.3.2.5 Resultado final	10
1.4 Antecedentes de la Sección de Ingeniería	11
1.5 Marco legal en la adquisición de accesorios y servicio de mantenimiento, en costo menor de mil y diez mil quetzales	12
1.5.1 Procedimiento a seguir	12
2. CONSIDERACIONES GENERALES DE ESTERILIZACIÓN	
2.1 Principios generales de esterilización	15
2.1.1 Esterilización por efecto químico a gas óxido de etileno	17

2.1.2	Propiedades del óxido de etileno	19
2.1.2.1	Toxicológicas	19
2.1.2.2	Físicas	19
2.1.2.3	Efectividad	20
2.1.2.4	VARIABLES CRÍTICAS DEL ÓXIDO DE ETILENO	20
2.1.2.5	Concentración del gas	21
2.1.2.6	Humedad	21
2.1.2.7	Tiempo	22
2.1.2.8	Temperatura	22
2.2	Ventajas de esterilización con óxido de etileno	22
2.1.1	Desventajas de esterilizar con óxido de etileno	23
2.2.2	Ampliación de la esterilización	23
2.3	Equipo utilizado en el proceso	24
2.3.1	Esterilizador 3M a gas óxido de etileno 4-100	25
2.3.2	Esterilizador a gas óxido de etileno modelo AN 1120 de Casa Médica	25
2.4	Esterilización por efectos físicos	26
2.4.1	Esterilización por calor húmedo	26
2.4.2	CONSIDERACIONES GENERALES DE ESTERILIZACIÓN A VAPOR HÚMEDO	30
2.4.2.1	Según su operación	31
2.4.2.2	Según la fuente de vapor	32
2.4.2.3	Según la posición del cuerpo	34
2.4.2.4	Según el número de cámaras	35
2.4.2.5	Según el sistema de funcionamiento	35
2.4.3	Esterilización por calor seco	42
2.4.4	Esterilización por flameado	42
2.4.5	Esterilización por filtración	42
2.4.6	Esterilización por radiación	42
3. GENERALIDADES DE LOS DESTILADORES DE AGUA		
3.1	Aplicación del agua destilada	43
3.2	Agua destilada bio-pura	44
3.3	Equipos de destilación de agua	44
3.3.1	Evaporador	46
3.3.2	Condensador	47
3.3.3	Depósito de diario	47
3.4	Método para proporcionar el agua de alimentación	48
3.4.1	Agua potable	48
3.4.2	Alimentación de flotador	48

4. MONTAJE DEL EQUIPO EN EL HOSPITAL DE ACCIDENTES		
4.1	Montaje de esterilizadores de material quirúrgico y destilador de agua en la Central de Equipos	52
4.1.1	Montaje de esterilizadores a gas de óxido de etileno	52
4.1.1.1	Área de instalación	52
4.1.1.2	Estructura de base	54
4.1.1.3	Instalación de agua	54
4.1.1.4	Electricidad	54
4.1.1.5	Aire comprimido	54
4.1.1.6	Extracción de aire	56
4.1.2	Montaje de esterilizadores a vapor central y vapor autogenerado	57
4.1.2.1	Suministro de aire comprimido	59
4.1.2.2	Suministro de agua potable	60
4.1.2.3	Descarga de condensado	61
4.1.2.4	Suministro de vapor	63
4.1.2.5	Retorno de condensado	66
4.1.2.6	Trampas de vapor	67
4.1.2.7	Selección de estación reguladora de presión de vapor	69
4.1.2.8	Trampa final de línea	72
4.1.2.9	Descarga libre de vapor y condensado al drenaje indirecto	73
4.1.2.10	Descarga libre de válvula de seguridad	73
4.1.2.11	Caja unificadora de drenaje indirecto para descarga a drenaje principal	74
4.1.2.12	Componentes de los esterilizadores	74
4.1.3	Montaje del destilador de agua a vapor central	84
4.1.3.1	Evaporador	84
4.1.3.2	Condensador	85
4.1.3.3	Tanque de diario	85
4.1.3.4	Instalación del destilador de agua	87
5. PROCEDIMIENTO GENERAL DE ESTERILIZACIÓN Y DESTILACIÓN DE AGUA EN LA CENTRAL DE EQUIPOS		
5.1	Como preparar la carga de material quirúrgico a esterilizar	92
5.1.1	Tarea preliminar	93
5.1.2	Asignación al área de tratamiento	93
5.1.3	Tarea de tratamiento de la carga	95

5.2	Como cargar el esterilizador	96
5.2.1	Tiempo de exposición	98
5.2.2	Secamiento de la carga	98
5.2.3	Como descargar el esterilizador	101
5.2.4	Métodos de control de esterilización	101
5.3	Destilación de agua	104
5.3.1	Registros de tiempos de esterilización	105
5.3.2	Diagramas de procesos en la Central de Esterilización	105
6. MANUAL DE INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE ESTERILIZADORES DE MATERIAL QUIRÚRGICO Y DESTILADORES DE AGUA		
6.1	Manual de operación y funcionamiento del esterilizador de óxido de etileno Steri - Vac 4XL 3M	111
6.1.1	Instrucciones de funcionamiento y operación del esterilizador 3M	112
6.1.2	Procedimiento para interrumpir la aireación	113
6.1.3	Procedimiento para cancelar la aireación	114
6.1.4	Códigos de precaución	115
6.1.5	Código de falla	116
6.1.6	Procedimiento para borrar un código de fallo de la pantalla del esterilizador	118
6.2	Manual de funcionamiento y operación del esterilizador a gas óxido de etileno AN-1120	118
6.3	Manual de funcionamiento y operación de esterilizadores a vapor central y autogenerado a control automático y manual	119
6.3.1	Manual de funcionamiento y operación de esterilizadores Omasa a vapor central en automático	121
6.3.2	Manual de funcionamiento y operación de esterilizadores a vapor central en sistema de emergencia	123
6.3.3	Manual de funcionamiento y operación de esterilizadores a vapor autogenerado en automático	125
6.3.4	Manual de funcionamiento y operación de esterilizadores Omasa a vapor autogenerado en sistema de emergencia	127
6.4	Manual de operación del destilador de agua a vapor central	129

7.	MANTENIMIENTO A EQUIPO DE ESTERILIZACIÓN Y DESTILACIÓN DE AGUA	
7.1	Mantenimiento preventivo a equipo de esterilización y destilación de agua	131
7.2	Nivel de mantenimiento preventivo	134
7.2.1	Nivel primario de mantenimiento preventivo en los equipos de esterilización y destilación de agua	137
7.2.2	Nivel secundario de mantenimiento preventivo	140
7.2.3	Nivel terciario de mantenimiento	143
8.	PLAN GENERAL SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN LA CENTRAL DE EQUIPOS	
8.1	Identificación de peligros y riesgos	148
8.2	Prevención de peligros y riesgos	151
8.2.1	Eliminación o control directo del peligro	151
8.2.2	Supervisión y educación del trabajador	156
8.3	Fase de documentación	157
	CONCLUSIONES	158
	RECOMENDACIONES	160
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	162
	BIBLIOGRAFÍA	163
	APÉNDICES	164
	ANEXOS	170

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS		
No.	Título	Pág.
1	Diagrama organizacional y diagnóstico del proceso en la Sección de Ingeniería a nivel técnico y administrativo	7
2	Organigrama estructural de la D.I.M.	11
3	Clasificación de los métodos de esterilización	16
4	Esterilizador por óxido de etileno de mesa	18
5	Relación gráfica entre temperatura y presión para vapor seco	29
6	Partes de un generador eléctrico de vapor	33
7	Niveles de presión de cámara del proceso de esterilización en un esterilizador de desplazamiento por gravedad	37
8	Mecanismo de vacío previo	41
9	Niveles de presión en la cámara del esterilizador de sistema pulsante	41
10	Distribución de áreas en la Central de Equipos	51
11	Esterilizador a gas óxido de etileno	53
12	Esterilizadores a vapor central y autogenerado	58
13	Daños ocasionados al equipo por no drenar la precámara del esterilizador	62
14	Tipos de soporte, utilizados en los ramales de tubería de agua, vapor y condensado	64
15	Junta tipo fuelle	65
16	Aislamiento de tuberías	66
17	Detalle de la estación reguladora de presión	71
18	Detalle típico de una trampa final de línea	72
19	Esquema de un destilador de agua	86
20	Área de tratamiento en la Central de Equipos	94
21	Esterilizador a vapor central y autogenerado al momento de ser cargado	97
22	Destilador de agua	104
23	Boleta para el registro de los procesos de esterilización	105
24	Diagrama de operación del proceso de esterilización a vapor del instrumental de salas de quirófanos método actual	106
25	Diagrama de operación del proceso de esterilización a vapor del instrumental de servicios varios método actual	107
26	Diagrama de operación del proceso de esterilización a vapor del instrumental de salas de quirófanos método propuesto	108



27	Diagrama de flujo del proceso de esterilización a vapor del instrumental de servicios varios método propuesto	109
28	Panel de control de los esterilizadores	120
29	Costos de mantenimiento por equipo en la Central de Equipos	132
30	Boleta del registro de mantenimiento en los equipos de esterilización y destilación de agua	139
31	Ficha de control de mantenimiento	142
32	Organigrama interno de la Sección de Ingeniería	164
33	Plano 1/5, perspectiva del Hospital General de Accidentes	165
34	Plano 2/5, planta de conjunto del Hospital General de Accidentes y de arquitectura en la localización de ambientes de la Central de Equipos	166
35	Plano 3/5, isométrico de esterilizadores y detalles de estación reguladora de presión, trampa final de línea.	167
36	Plano 4/5, diagrama unifilar, planta de instalaciones de la Central de Equipos y detalles del destilador de agua, esterilizador a gas óxido de etileno 3M, crecimiento progresivo del condensado	168
37	Plano 5/5, planta general del sistema contra incendio e interconexión de agua potable	169
38	Métodos de purificación	170

### TABLAS

No.	Título	Pág.
I	Aplicación de la esterilización a gas	23
II	Clasificación de esterilizadores por calor húmedo	31
III	Requerimientos de funcionamiento en destilación de agua	45
IV	Ambientes de labores en la Central de Equipos	49
V	Uso simultáneo de esterilizadores debido al gasto de HP de caldera	59
VI	Trampas de vapor utilizadas en la Central de Equipos del Hospital de Accidentes	68
VII	Simbología del destilador de agua a vapor central	87
VIII	Proceso de esterilización	92
IX	Tiempo de exposición de la carga a esterilizar por vapor o gas óxido de etileno	99
X	Tabla de aireación a gas	114
XI	Códigos de precaución	115
XII	Códigos de falla detectados antes de la perforación	116
XIII	Código de falla detectado durante la exposición al gas	117
XIV	Distribución de luminarias por ambientes	152

## GLOSARIO

- Agua cruda** Es la que se obtiene de fuentes naturales como ríos, lagos, nacimientos y pozos, la cual no ha sufrido ningún tratamiento.
- Agua destilada** Se obtiene por la destilación del agua desionizada, haciendo uso de destiladores especiales diseñados para obtener los requerimientos de alta pureza exigidos.
- Asepsia** Conjunto de procedimientos científicos destinados a evitar la presencia de gérmenes infecciosos.
- Calor** Es la energía que fluye en virtud de una diferencia de temperatura.
- Contrato** Vínculo económico-jurídico mediante el cual una persona queda obligada a prestar a otra su servicio técnico-profesional a cambio de una retribución cualquiera.
- Corrosión** Es un desgaste anormal de la tubería con una disminución de su resistencia mecánica. Las causas pueden ser: acción electrolítica, acidez, alcalinidad del agua o la presencia de oxígeno.

<b>Desionizar</b>	Acción de eliminar los aniones que vienen en el agua suave, como radicales, hidróxido, cloruro, bicarbonato, sulfato, nitrato y fosfato, dejando el agua completamente desionizada.
<b>Dureza del agua</b>	El concepto dureza, tal como se aplica al agua, significa la propensión a formar incrustaciones y a su poder precipitante en las soluciones de jabón empleadas para determinarla.
<b>Energía</b>	Es la capacidad para producir un efecto, apareciendo en diversas formas y puede transformarse de una a otra.
<b>Esterilización</b>	Es el proceso debidamente establecido por medio del cual permite una segura y absoluta destrucción y eliminación de todos los seres microorgánicos o microbiológicos inmersos en un elemento material.
<b>Filtro mecánico</b>	Utilizado para quitar las materias que el agua tiene en suspensión, especialmente cuando se ha tratado químicamente y contiene partículas precipitadas.
<b>HP de caldera</b>	Esto corresponde a la vaporización de 15.66 Kg. de agua por hora a 100 °C.
<b>Incrustación</b>	Es la capa blanda o dura depositada sobre la superficie externa de un calderín, compuesta de sustancias minerales, suciedad o ambos casos.

- Manómetro:** Aparato que sirve para medir presión, los utilizados corrientemente son de dos tipos, de bourdón y de diafragma.
- Microbiología** Ciencia que estudia todas las formas de vida de los microorganismos.
- Plano:** Muestra áreas de influencia, plantas horizontales, perfiles, secciones transversales, detalles estructurales, detalles especiales y todos los demás que indiquen ubicación, dimensiones y detalles.
- Presión** Se le denomina presión a la fuerza por unidad de superficie ejercida por un medio sobre sus límites.
- Presión absoluta** Es la presión medida en Kgs / Cm<sup>2</sup>, sobre el cero absoluto como nivel de referencia y es igual a la presión relativa más la presión atmosférica.
- Presión atmosférica normal** Se define, por convenio internacional, como la presión equivalente a la ejercida por una columna de mercurio de 760 mm. de altura, a la temperatura de 0 °C y situada en un campo gravitatorio patrón 1,033 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Presión relativa** Es la presión medida sobre la atmosférica.
- Proyecto** Conjunto de datos, normas, especificaciones, a los que debe ajustarse la ejecución de un contrato.

**Temperatura** Es un índice de la energía interna relativa de la masa. Un gas perfecto que no tuviese energía interna alguna se hallaría a la temperatura más baja que puede concebirse ( $-273.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), es decir a la del cero absoluto.

**Trampas de vapor** Dispositivo adecuado para lograr la eliminación del condensado en forma automática con pérdidas mínimas o nulas de vapor.

**Vacío** Ausencia de aire dentro de la cámara llegando a ser hasta de un 80 % de su volumen, se mide por la disminución de presión por debajo de la atmosférica.

**Vapor de agua saturado** Es el vapor producido a la temperatura de ebullición de  $100^{\circ}\text{C}$  al nivel del mar. El vapor saturado puede estar exento completamente de partículas de agua sin vaporizar o puede llevarlas en suspensión. Por esta razón el vapor saturado puede ser seco o húmedo.

**Valores del pH** Expresa la acidez o alcalinidad del agua y para el agua pura el logaritmo del recíproco de la concentración de iones de hidrógeno es igual a siete.

## INTRODUCCIÓN

El Seguro Social tomando en cuenta las necesidades en nuestra sociedad para brindar un servicio médico hospitalario oportuno y de calidad, recientemente construyó un edificio moderno y confortable en el que se atiende un promedio de 6,500 pacientes mensualmente. Se procuró tener el mejor equipo médico para cumplir con su cometido, pero, lamentablemente por desconocimiento, se descuidaron algunos aspectos técnicos en la adquisición del mismo.

En el capítulo número uno se describe al Seguro Social y específicamente el Hospital General de Accidentes. El capítulo segundo contiene información general del equipo de esterilización a gas, vapor central y vapor autogenerado. En el capítulo tercero se encuentra la información relacionada a destiladores de agua. En el capítulo cuarto se desarrolla todo lo relacionado al montaje de esterilizadores de material quirúrgico y destiladores de agua, en la Central de Equipo del Hospital. El capítulo quinto describe paso a paso el procedimiento general utilizado para la esterilización en el Hospital de Accidentes, por la naturaleza del servicio que allí se presta debe llevarse a cabo las 24 horas del día. Se elaboró un manual de instrucciones de funcionamiento y operación de los esterilizadores de material quirúrgico y destiladores de agua; este se encuentra en el capítulo sexto. El séptimo capítulo está enfocado al mantenimiento preventivo del equipo de esterilización y destilación de agua. Para finalizar el capítulo octavo contiene el Plan General de Seguridad e Higiene Industrial en los ambientes de la Central de Equipos.

Además, se proporcionan rutinas de inspección funcional a la Sección de Ingeniería y Mantenimiento del Hospital General de Accidentes. Estas tienen como objetivo proteger al operador y al equipo con el fin de evitar el alto riesgo de accidentes o de contaminación microbacterial, debido a la actividad que allí se realiza.

La falta de bibliografía sobre el tema tratado es la razón por la que el presente trabajo incluye manuales de montaje, operación y mantenimiento que sirven como guía a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, que deseen conocer más sobre el equipo médico hospitalario.

# OBJETIVOS

## Objetivo general

1. Mejorar y estandarizar la esterilización en la Central de Equipos del Hospital General de Accidentes del Seguro Social.

## Objetivos específicos

1. Normalizar el proceso de asepsia en los esterilizadores a gas y vapor con que cuenta la Central de Equipos del Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.
2. Brindar asesoría e información de funcionamiento, operación y mantenimiento del equipo al personal operativo y de servicio técnico.
3. Que este informe sea un manual práctico para autoridades médico administrativas y personal técnico del Seguro Social, en la correcta adquisición y montaje de esterilizadores y destiladores de agua.
4. Implementar todas las normas de seguridad necesarias para el personal que labora en la Central de Equipos del Hospital de Accidentes, contra el alto riesgo de contaminación microbiológica, accidentes diversos y desastres naturales.
5. Que el presente documento contribuya como fuente de información bibliográfica a centros hospitalarios, laboratorios farmacéuticos y al estudiantado de las diferentes carreras de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



# **1. DESCRIPCIÓN Y ANTECEDENTES DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL**

El objeto primordial de la Seguridad Social, es dar protección mínima a toda la población del país, a base de una contribución proporcional de los ingresos de cada uno y de la distribución de beneficios a cada contribuyente o a sus familiares que dependen económicamente de él, procediendo en forma gradual y científica, que permita determinar tanto la capacidad contributiva de la parte interesada, como la necesidad de los sectores de población de ser protegidos por alguna o varias clases de beneficios, iniciada sólo para la clase trabajadora, con miras a cubrirla en todo el territorio nacional, antes de incluir dentro de su régimen a otros sectores de la población. Según Decreto número 295 del Congreso de la República fue creado el 30 de octubre de 1946. La Constitución Política de la República de Guatemala, promulgada el 31 de mayo de 1985, instituyó la garantía de la Seguridad Social para beneficio de los habitantes de la Nación, en el Artículo 100, el cual textualmente dice:

“ Artículo 100. Seguridad Social. El Estado reconoce y garantiza el derecho a la Seguridad Social para beneficio de los habitantes de la Nación. Su régimen se instituye como función pública, en forma nacional, unitaria y obligatoria.

El Estado, los empleadores y los trabajadores cubiertos por el régimen, con la única excepción de lo preceptuado por el Artículo 88 de esta Constitución, tiene obligación de contribuir a financiar dicho régimen y derecho a participar en su dirección, procurando su mejoramiento progresivo.

La aplicación del Régimen de Seguridad Social, corresponde al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, que es una entidad autónoma, con personalidad jurídica, patrimonio y funciones propias; goza de exoneración total de impuesto, contribuciones y arbitrios, establecidos o por establecerse. El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social debe participar con las Instituciones de Salud en forma coordinada.

El Organismo Ejecutivo asignará anualmente en el presupuesto de ingresos y egresos del Estado, una partida específica para cubrir la cuota que corresponde al Estado como tal y como empleador, la cual no podrá ser transferida ni cancelada durante el ejercicio fiscal y será fijada de conformidad con los estudios técnicos actuariales del Instituto.

Contra las resoluciones que se dicten en esta materia, proceden los recursos administrativos y el de contencioso-administrativo de conformidad con la Ley. Cuando se trate de prestaciones que deba otorgar el régimen, conocerán los tribunales de trabajo y previsión social.”

Los órganos superiores del Instituto son:

- a) Junta Directiva
- b) Gerencia
- c) Consejo Técnico

La Junta Directiva es la autoridad suprema del Instituto y en consecuencia, le corresponde la dirección general de las actividades de éste, la cual está integrada por seis miembros propietarios y seis suplentes.

La Gerencia es el órgano ejecutivo del Instituto y en consecuencia, tiene a su cargo la administración y gobierno del mismo, de acuerdo con las disposiciones legales y debe también llevar a la práctica las decisiones que adopte la Junta Directiva sobre la dirección general del Instituto, de conformidad con las instrucciones que ella le imparta. Debe estar integrada por un Gerente quien tiene la representación legal del mismo y puede delegarla, total o parcialmente, en uno a varios Subgerentes nombrados por la Junta Directiva por un mínimo de 5 votos.

El Consejo Técnico debe estar integrado por un grupo de Asesores, de funciones consultivas, quienes bajo su responsabilidad personal, deben sujetar su actuación a las normas científicas más estrictas y modernas que regulen sus respectivas especialidades.

### **1.1 Descripción del Hospital General de Accidentes**

A efecto de llevar a la práctica los objetivos por los que fue creado el Instituto dentro de su régimen da inicio la atención a sus afiliados con el Hospital General de Traumatología y Ortopedia, el 30 de octubre de 1946 durante el Gobierno del Doctor Juan José Arévalo Bermejo; se ubicaba en la diagonal 12 0-03 zona 9 en donde permaneció 51 años, en la actualidad se conoce como Hospital General de Accidentes. A partir del 15 de abril de 1997, se ubica en la 13 avenida y calzada San Juan, zona 4 de Mixco de esta Ciudad. Su infraestructura construida específicamente para centro hospitalario, en un sentido general es amplio, cómodo en la mayoría de sus servicios, sus instalaciones mecánicas comprenden: vapor, oxígeno, aire comprimido, vacío, gas, gases anestésicos, aire acondicionado y ventilación mecánica;

las instalaciones hidráulicas, en lo que respecta al agua, cuenta con dos cisternas y su tratamiento de clorinación alimentada por cuatro pozos mecánicos, surtiendo al hospital agua a 25° C para uso general y agua caliente a 80° C para uso en lavandería y cocina procedente del cuarto de máquinas, cuenta con una red de agua contra incendios; una adecuada instalación de alcantarillado, de sanitarios y pluviales. Las instalaciones eléctricas se surten por dos acometidas, que comprenden: luz, fuerza y planta eléctrica de emergencia; reguladas de acuerdo a normas de la EEGSA en 110/208 voltios, trifásica en conexión estrella.

## **1.2 Funciones y responsabilidades**

Se dedica a la atención de personas que han sufrido algún accidente, la cobertura es a nivel nacional para afiliados y derechohabientes, en caso de extrema emergencia presta colaboración hasta que el paciente es estabilizado, aún cuando no se tenga derecho acreditado, atiende un promedio de 6,500 personas mensualmente; tiene todos los servicios básicos necesarios para desempeñar su labor, entre éstos: 5 salas de operaciones, 15 salas de encamamiento, servicio de rayos "X", central de equipos y su propia Sección de Ingeniería.

En el Hospital labora un total de 986 personas, sus principales autoridades son:

01 Médico Director Ejecutivo

01 Médico Subdirector Ejecutivo

01 Administrador

01 Subadministrador

## **1.3 Descripción y evaluación de la Sección de Ingeniería y Mantenimiento**

El hospital cuenta con el apoyo de su propia Sección de Ingeniería y Mantenimiento a cargo de un Ingeniero graduado, con quien colaboran 43 personas, como se muestra en el organigrama interno de la Sección de la figura No. 32 (ver apéndice), cuya función es brindar apoyo de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo al equipo e infraestructura hospitalaria, conforme a la planificación siguiente:

### **1.3.1 Plan de la distribución del trabajo en la Sección de Ingeniería en sus diferentes departamentos**

La misión de la Sección de Ingeniería es brindar apoyo y asesoría técnica operacional a las Unidades Médicas y Administrativas del Hospital General de Accidentes (H.G.A.), con el fin de prestar un mejor servicio a sus afiliados y derechohabientes, la distribución del trabajo por departamentos se hace en base a lo siguiente:

#### **1.3.1.1 Evaluación y análisis**

- a) Planteamiento del problema.
- b) Requerimiento a cubrir.
- c) Evaluación y análisis de los requerimientos.

### **1.3.1.2 Planteamiento de la solución**

- a) Asignación del personal técnico.
- b) Asignación del personal de apoyo interno y externo.

### **1.3.1.3 Desarrollo del plan de trabajo**

- a) Anteproyecto.
- b) Presupuesto preliminar de la planificación.
- c) Opción de desarrollo interno y externo.

### **1.3.1.4 Programa de trabajo**

- a) El tiempo para el desarrollo de proyectos se hará por medio de programas de cómputo específicos para designación de actividades, podrá ejecutarse en 2 opciones en el tiempo establecido interno y externo.

### **1.3.1.5 Ejecución y funcionamiento**

- a) Replanteamiento de mecanismos y cumplimiento de objetivos por la Sección de Ingeniería.
- b) Los recursos económicos son distribuidos por la Administración, quien los autoriza por resolución, caja chica y pedido.
- c) Los gasto mayores por contrato deben de ser incluidos en el presupuesto anual (renglón 181).

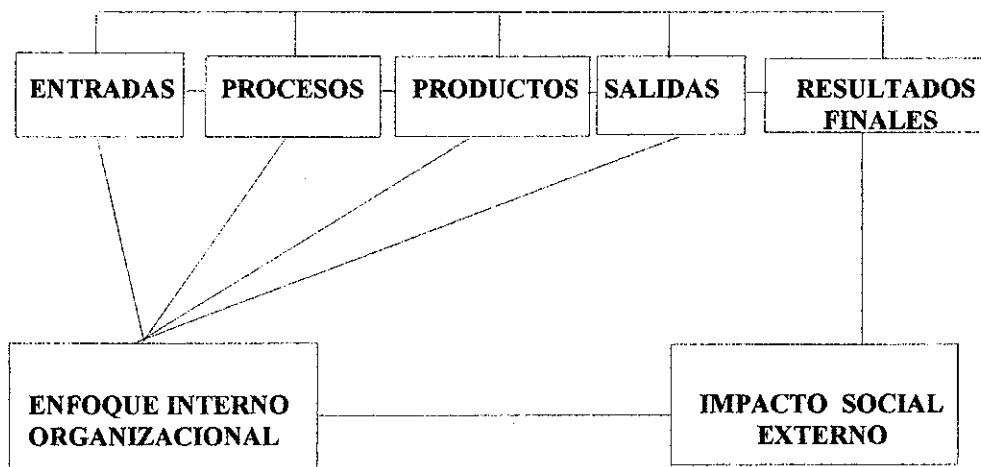
### 1.3.1.6 Evaluación de trabajo

a) Se efectuará por la Jefatura de la Sección de acuerdo a cada uno de los mecanismos y objetivos planteados en el modelo de trabajo.

### 1.3.2 Marco organizacional y diagnóstico del proceso en la Sección de Ingeniería a nivel técnico y administrativo

El trabajo que se realiza en la Sección de Ingeniería del Hospital General de accidentes se presenta en el diagrama siguiente.

**Figura No. 1 Diagrama organizacional de la Sección de Ingeniería a nivel técnico y administrativo**



#### 1.3.2.1 Entradas

Se define bajo los siguientes términos:

- a) Objetivo: el cumplimiento de las políticas gerenciales.
- b) Meta: ser competitivos y eficientes en tiempo, costo y calidad.

c) Actividades:

1. Recepción y clasificación de expedientes.
2. Autorización de procesos (jefatura).
3. Asignación de tareas (jefe de sección y asistentes).
4. Traslado de instrucciones (encargados de departamentos).
5. Instalación de sistema de cómputo.
6. Autorizaciones y resoluciones de Gerencia.
7. Caja chica.
8. mano de obra, herramienta, equipo.
9. Repuestos, accesorios, transporte.
10. Normativo y reglamento del Instituto, leyes que rigen el país.
11. Elaboración, manejo y control de presupuesto anual.

### 1.3.2.2 Proceso o plan de acción

ESTRATEGIA	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	TIEMPO	EVALUACIÓN
1. Implementar capacitación	-Convenios de cooperación y asesoría nacional e internacional. -Pláticas de diserción. -Cursillos. -Seminarios. -Conferencias.	-Jefe de sección, asistentes, encargados de sección, empresas y personas invitadas	-Por año vence 30/11	-Reuniones permanentes, programandose anualmente por el jefe de sección y asistentes
2. Optimizar el tiempo de trabajo en caso planificado y emergente.				
a. Planificado	-Modelo de trabajo -Definir tiempo -Planificado y emergente	-Jefatura -Asistentes -Encargados de departamentos	-Constante	-Inicio y finalización del trabajo
b. Emergente	-Coordinación y colaboración entre el personal de la sección así como de las autoridades de la unidad y priorizar trabajos	-Director, administrador y jefe de sección	-Inmediato	-Permanente para cada caso en particular
3. La realización de reuniones para verificar el cumplimiento de los trabajos del personal.				
a. Retroalimentación	-Intercambio de información	-Encargados del personal de la sección	Mensualmente primer lunes de cada mes	Cumplimiento de metas, propuestas y verificar avances de trabajos
4. Eficiente uso de materiales.				
a. Fiscalizar su uso	-Cuantificar, presupuestar y supervisar	-Asistentes, administrativos y encargados de sección	-Al inicio, durante y al final de cada trabajo	-A través de informes, liquidaciones y resultados



b. Crear un banco de datos de casas médicas que brindan suministros y servicios	-Clasificar, actualizar, cuantificar presupuestos y certificarlos	-Jefe, asistentes, cómputo	-Constante	-Revisar y certificar la responsabilidad de las casas médicas que den servicios con calidad y bajo costo
5. El adecuado suministro de materiales y equipo.				
a. Uso adecuado, de la caja chica, cuenta bancaria existente	-Papelaría completa incluye documentos solicitados en el Acuerdo No. 28 y 29 de Gerencia	-Cajero, administrador, jefe, asistentes, encargados de mantenimiento, unidad solicitante y auditoría	-Permanente para constatar la atención y uso que se está proporcionando para las solicitudes de trabajos realizados	-Verificación, funcionamiento y eficacia del proceso -Liquidación total de fondos asignados al Hospital, así como de las autoridades administrativas
b. Uso proporcional del personal, transporte, equipo y herramienta	-Programar y coordinar	-Jefe, asistente y encargados de departamentos	-Constante	-Reporte de trabajos e inventario
6. Uso y mantenimiento adecuado del edificio y herramienta.				
a. Responsabilizar al personal operativo del uso de equipo herramienta y de la obra física	-Utilización de vale para el equipo móvil y herramienta -Revisión de inventarios -Utilización de tarjetas para equipo fijo -Capacitación del uso y manejo correcto del equipo	-Todo el personal del IGSS encargados de inventarios jefe, asistentes y encargados de departamentos	-Constante-mente	-Reporte de encargados del departamento
b. Producir, implementar y actualización de manuales de los equipos	-Reproducción de manuales, clasificándolos por equipos	-Asistentes y encargados de departamentos	Periódica-mente	-Al recibir equipo
c. Mantenimiento al equipo, edificio y herramienta	-Programar, proporcionar y supervisar el servicio	-Jefatura administrativa, jefe de sección y asistentes	-Según especificación del fabricante	-A través de: encargados servicios y visitas a unidades médicas
7. Definir perfiles de trabajo.				
a. Candidato idóneo al puesto	-Entrevistas directas, propuestas, evaluación general, técnica y psicométrica	-Departamento de recursos humanos, encargado de selección encargados de departamento	-Mensual	-Candidato elegible o no elegible
8. Apoyo técnico y profesional.				
a. Asesoría de la sección administrativa. Informática profesional. Estudio e investigación	-Capacitación al personal (referencia 1.a del plan de acción) -Sección de docencia y desarrollo de la sección	-Asesores de Gerencia -Jefatura y encargados de departamento -Investigación	-Periódicamente	-Cumplimiento de metas y objetivos trazados

b. Estimular al personal por su trabajo desarrollado	-Promoción, becas, ascensos, estabilidad laboral, notas de estímulo al personal	-Jefatura , asistentes, encargados de departamentos	-Constantemente	-Según objetivos
c. Respeto jerárquico dentro del instituto	-Delegar funciones y cumplimiento de atribuciones	-Todo el personal del IGSS	-Asignado según el trabajo	-El resultado de actividades

### 1.3.2.3 Producto

Está determinado por las actividades que son desarrolladas a través de diferentes procesos y mecanismos de la Sección de Ingeniería.

### 1.3.2.4 Salidas

Debe considerarse como la entrega del trabajo completo, exitoso y a tiempo a la institución.

### 1.3.2.5 Resultado final

Es todo aquello que debe cumplir con las normas internas, reglamentos, códigos y requerimientos que se estipula para cada producto y actividad efectuada.

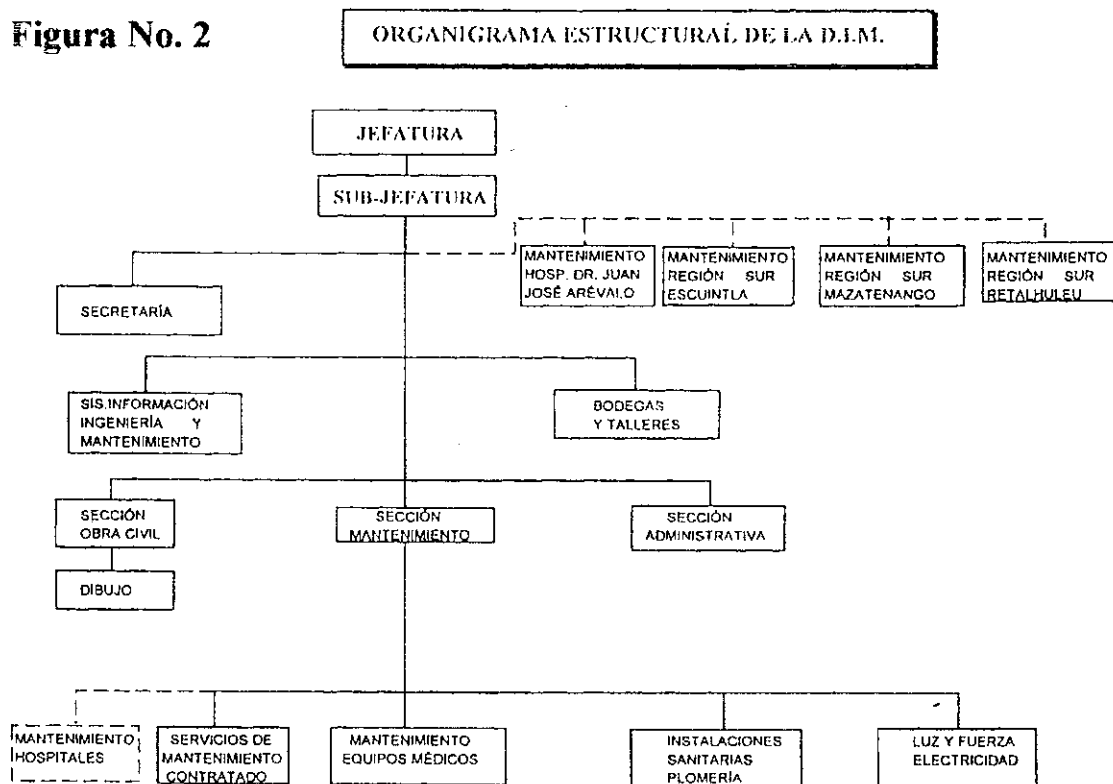
## 1.4 Antecedentes de la División de Ingeniería

Es importante mencionar que el Instituto tiene una División de Ingeniería y Mantenimiento, que depende directamente de la Gerencia del mismo, organizada en tres secciones:

1. Administrativa.
2. Obra civil.
3. Mantenimiento.

La División de Ingeniería es la encargada de descentralizar las labores de mantenimiento en las diferentes unidades hospitalarias de acuerdo a las necesidades que se presentan en cada una, creando plazas para cada sección, en este caso particular está integrada conforme lo descrito en el organigrama interno de la figura No. 2.

Figura No. 2



## **1.5 Marco legal en la adquisición de accesorios y servicios de mantenimiento, en costo menor de mil y diez mil quetzales**

Debido a los cambios que últimamente se han dado dentro del proceso de compras en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, se da a conocer el procedimiento administrativo a seguir en la compra de accesorios, repuestos y servicios contratados de mantenimiento para los equipos de esterilización de material quirúrgico y destiladores de agua, menores de mil y diez mil quetzales en un solo pago.

El trámite de compra se inicia a partir de la recepción de una solicitud de trabajo emanada por la Jefe de la Central de Equipo, con el visto bueno del Administrador de la Unidad Hospitalaria.

### **1.5.1 Procedimientos a seguir**

- Recepción y numeración de la orden de trabajo en la Sección de Ingeniería.
- Marginado de la solicitud, al encargado del departamento que le corresponde.
- El encargado delega al personal que realizará el trabajo, quienes en caso de ser necesario harán un listado del material a utilizar.
- El encargado de departamento llena el formulario ING-46, solicitud de pedido de material o servicio de mantenimiento, en el que se incluye el precio unitario sin IVA, nombre del proveedor y anexa tres proformas.
- La secretaria de la Sección asigna número de pedido y dependiendo del monto, si es menor de mil quetzales hace el pago por medio de la caja chica de la Sección.

- Elabora el formulario SES-43 en original y dos copias con la firma del Jefe de la Sección y visto bueno del administrador, el original va al expediente de pago, una copia al correlativo de caja chica y la otra al correlativo de pedidos de cada proveedor.
- Al recibir la factura se llena la exención de IVA y se elabora el detalle con la firma del administrador, el que se entrega a caja para reintegro del dinero pagado, cuando el monto es menor de mil quetzales.
- Cuando el monto a pagar es menor de diez mil quetzales, se elabora el formulario DAB-31 en original y tres copias, con la firma del jefe de farmacia y bodega, administrador y director.
- Se entrega el original al proveedor para facturación.
- Se recibe la factura en base al DAB-31, se solicita una copia de pago del ISR, se llena la exención del IVA, el recibo de almacén en original y cuatro copias, el que debe ir con aval del jefe de sección conforme lo adquirido, con el propósito de que la entrega se haga en la sección de ingeniería, firma y sello del jefe de bodega.
- Se envía original y copia del recibo de almacén a Procesamiento Electrónico de Datos, la copia rosada al expediente de pago, amarilla al archivo de farmacia y bodega, blanca al expediente correlativo de cada proveedor y se razona la factura.
- Se entrega original y copia del DAB-31 al proveedor, lo que es contraseña de pago.
- El expediente de pago está formado de original del DAB-31, original de la factura, copia de exención de IVA y copia rosada del recibo de almacén.
- Se envía el expediente de pago a caja para la elaboración del cheque, quien firma un conocimiento de recibido y posteriormente hace efectivo el pago.

El expediente de pedido de cada proveedor está formado de los siguientes documentos:

1. Original de la solicitud de trabajo.
2. Pedido.
3. Copia del Dab-31.
4. Proformas o cotizaciones.
5. Copia de factura.
6. Copia blanca del recibo de almacén.
7. Reporte del trabajo realizado por el encargado de mantenimiento.

Dicho expediente se archiva en la Sección de Ingeniería, lo que sirve para Auditoría e informe anual de labores.

Todo lo anterior en base a los acuerdos 28 y 29/98 de Gerencia.

## **2. CONSIDERACIONES GENERALES DE ESTERILIZACIÓN**

El término esterilización se refiere a la destrucción de cualquier forma de vida microbiana, por lo que la palabra estéril es equivalente a libre de microorganismos, basados en esa premisa la esterilización puede ser definida como el proceso que permite una segura y absoluta eliminación, destrucción o muerte de todos los seres microscópicos que están contenidos en un material o elemento (1).

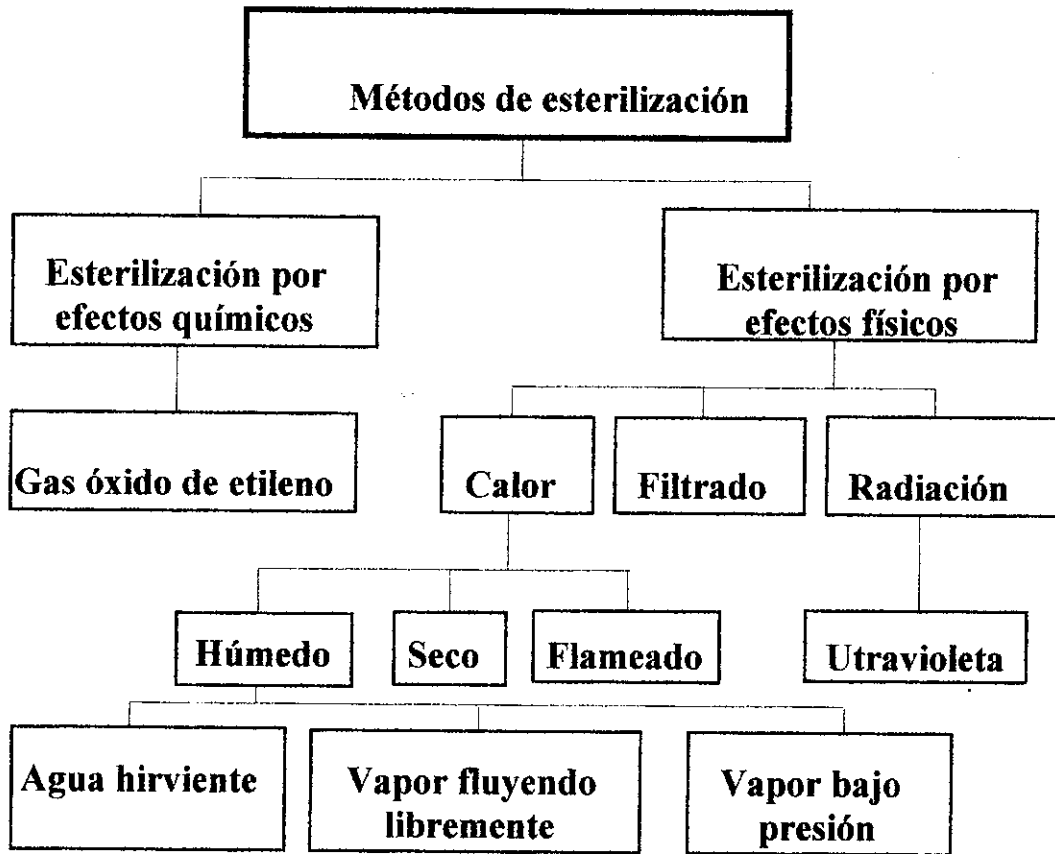
Por otra parte, se puede emplear el término subesterilización para identificar los procesos no absolutos, restringidos o parciales, referentes a la eliminación, destrucción o muerte de seres (no necesariamente todos los seres) de un implemento, material o elemento.

### **2.1 Principios generales de esterilización**

Los microorganismos pueden ser destruidos por la eliminación del agua en los mismos, hasta el punto en que todos sus procesos vitales se detienen por la coagulación o solidificación de sus masas protoplasmáticas, también se puede lograr este efecto mediante el uso de agentes químicos de acción mortífera sobre los microbios, los cuales penetran al interior de la célula, afectando sus funciones vitales. Para lograr los efectos antes mencionados, actualmente se dispone de varios métodos para el proceso de esterilización, sin embargo, cada uno de ellos puede ser catalogado en la categoría de esterilización por efectos físicos o químicos, tal como se presenta en la figura No. 3.

Figura No. 3

### Clasificación de los métodos de esterilización





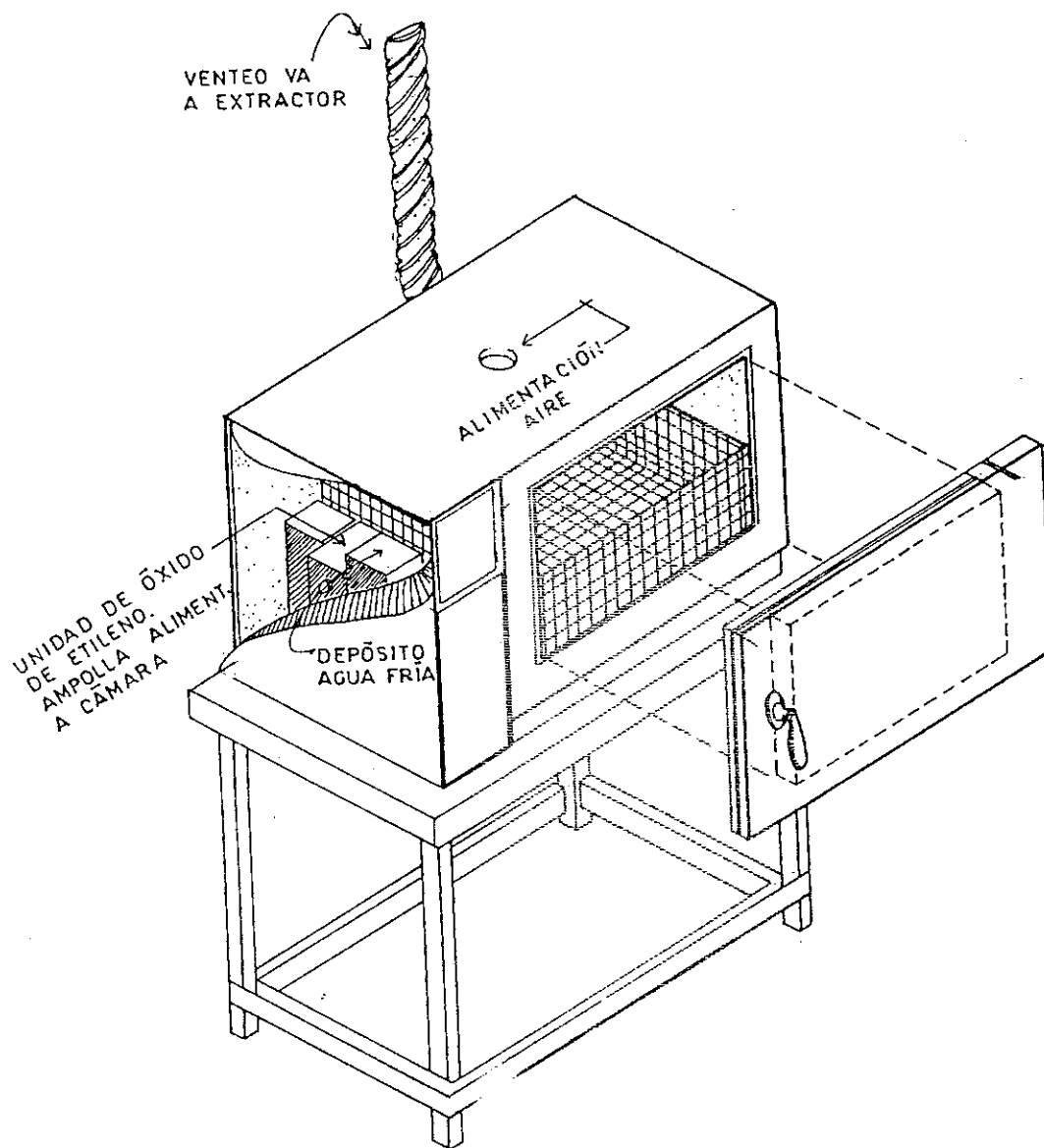
### **2.1.1 Esterilización por efectos químicos a gas óxido de etileno**

Aún cuando la utilización del vapor para obtener una esterilización efectiva continúa siendo el método más práctico y ampliamente empleado, la humedad y las altas temperaturas requeridas pueden causar daño a ciertos equipos y materiales, que se esterilizan en la Central de Equipos, tal es el caso de los conformados de plástico, caucho y metal no soportan una exposición continua a altas temperaturas que van de 121° C y 132° C. Este inconveniente ocasiona el uso indispensable de la mezcla óxido de etileno cuya fórmula es  $C_2H_4O$ , la cual ha demostrado poseer una extraordinaria habilidad para la penetración y presenta la ventaja de poder ser utilizada a temperatura ambiente, basada en su habilidad para destruir microorganismos, tales como las bacterias y los virus, sin causar daño a materiales delicados.

La esterilización por gas óxido de etileno no es un sustituto de la esterilización por vapor, pero es un método alternativo para procesar elementos sensibles al vapor, que se produce mediante la exposición al gas, su efectividad se basa en el gas mismo y no depende de un gran aumento en la temperatura.

La figura No. 4 muestra las partes de un esterilizador por óxido de etileno, de mesa a temperatura ambiente (temperatura de 54°).

Figura No. 4 Esterilizador por óxido de etileno de mesa



## **2.1.2 Propiedades del óxido de etileno**

Entre las propiedades más sobresalientes del óxido de etileno encontramos:

### **2.1.2.1 Toxicológicas**

Una pequeña proporción de trabajadores expuestos pueden presentar dermatitis alérgica por contacto, en varios reportes de exposición repetida a altas concentraciones de vapor de óxido de etileno, se describen efectos neurotóxicos periféricos y en algunos casos indicaciones de intoxicación del sistema nervioso central. En la mayoría de los casos hubo una marcada mejoría al detener la exposición. La OSHA (Organización Americana de Seguridad e Higiene), considera que niveles excesivos de exposición de óxido de etileno pueden presentar riesgos mutagénicos, genotóxicos y de sensibilidad y otros efectos a altas concentraciones puede producir arritmias cardíacas o paro cardíaco debido a la sensibilidad del corazón a la adrenalina.

### **2.1.2.2 Físicas**

La esterilización por gas es más compleja que la esterilización a vapor, el intervalo de variación en las variables y su número aumentan; por esta razón, se hace necesario más entrenamiento y atención a los detalles ya que el gas debe calentarse al ser introducido a la cámara para evitar la condensación de la humedad y los residuos de gas en la cámara.

Los vapores de óxido de etileno forman una mezcla explosiva con el aire; el problema de la alta inflamabilidad y explosividad de este gas ha sido resuelto mediante las mezclas con un gas inerte tal como dióxido de carbono, freón o nitrógeno.

A presión de vapor a 21° C (41.2E+05 N/m<sup>2</sup>), siendo infinitamente soluble en todas proporciones en agua, alcohol y éter. La apariencia y el olor es de gas incoloro a temperatura y presión normal, a concentraciones altas tiene un olor parecido al éter, con densidad relativa del aire igual a uno. Altamente inflamable siendo estable a condiciones normales de presión y temperatura durante el uso, manejo, almacenamiento y a altas temperaturas de ignición de 463° C , es capaz de formar una débil mezcla combustible con el aire, la cual no propaga flama durante toda la mezcla.

### **2.1.2.3 Efectividad**

Han sido plenamente establecidos los efectos letales del óxido de etileno sobre las bacterias, esporas, virus y hongos. El mecanismo exacto de acción, no es plenamente conocido, sin embargo, se supone que el gas penetra el microorganismo y reacciona químicamente con sus proteínas, este proceso interrumpe las funciones vitales (metabolismos, reproducción) de manera que la célula no puede sobrevivir al tratamiento.

### **2.1.2.4 Variables críticas del óxido de etileno**

La esterilización por óxido de etileno es un proceso completo y para ser un agente esterilizante efectivo, debe existir la relación apropiada entre la concentración del gas, humedad, tiempo y temperatura debido, la alteración de cualquiera de estas variables puede afectar las demás y cambiar el proceso de esterilización.

### **2.1.2.5 Concentración del gas**

En la ampolla o recipiente presurizado, el óxido de etileno se encuentra en estado líquido y por lo tanto debe ser vaporizado para que penetre y esterilice la carga en forma efectiva. En estado puro, es extremadamente explosivo, inflamable y tóxico. La concentración del gas es medida en miligramos por litro del espacio de la cámara, introducido al esterilizador en una concentración de 450 y 900 miligramos por litro. La concentración exacta variará con diferentes unidades.

Las altas concentraciones se traducen en un tiempo de esterilización más corto, esto sin embargo está basado en la temperatura de la cámara, humedad, tiempo y concentración del gas.

### **2.1.2.6 Humedad**

La humedad es medida en términos de humedad relativa, generalmente la esterilización por óxido de etileno es considerada un proceso seco, sin embargo el vapor debe estar presente, pero no al nivel de esterilización por vapor ( 100% de humedad relativa).

Las condiciones óptimas se consideran entre 40 y 60% de humedad relativa, las células y las esporas secas son mucho más resistentes a la esterilización por óxido de etileno, por lo tanto, el procedimiento es preacondicionar la carga llenando la cámara del esterilizador con una atmósfera de alta humedad, por lo menos durante 30 minutos, con el propósito de ablandar la superficie de las esporas y permitir una fácil y rápida penetración del óxido de etileno.

### **2.1.2.7 Tiempo**

El tiempo de exposición puede variar considerablemente, debido a que posee condiciones diferentes en cuanto al grado de contaminación, densidad, contenido y permeabilidad al óxido de etileno. En consecuencia el tiempo de esterilización debe ajustarse a las características propias de cada carga y en base a las instrucciones dadas por el fabricante, las que deberán seguirse cuidadosamente.

### **2.1.2.8 Temperatura**

El óxido de etileno se vaporiza de líquido a gas, a una temperatura de 10° C, en consecuencia puede ser un agente esterilizador muy efectivo a temperaturas tan bajas como los 21° C. Sin embargo, a mayores temperaturas pueden lograrse ciclos más cortos como resultado de un aumento en la proporción de difusión del gas, la temperatura recomendada para esterilizar con gas óxido de etileno es de 54° C.

## **2.2 Ventajas de esterilización con óxido de etileno**

- Es efectivo contra todos los tipos de microorganismos.
- Puede ser usado para esterilizar objetos que podrían sufrir daños si son sometidos al calor y a la humedad.
- No es corrosivo y no produce deterioro a los elementos procesados.
- Posee la habilidad de difundirse y penetrar con facilidad a través de la masa de materiales secos.
- No son necesarias altas condiciones de presión, humedad y temperatura.
- Comparado con el vapor, la instalación del equipo resulta económica.

### 2.2.1 Desventajas de esterilizar con óxido de etileno

- Requiere largo tiempo de exposición.
- Comparado con el vapor, la operación del equipo resulta costosa.
- Es tóxico, si es inhalado y produce una acción irritante sobre la piel.
- Algunos objetos absorben el gas durante el proceso de esterilización, por lo tanto deberán airearse durante un período largo de tiempo hasta obtener la disipación completa del gas.

### 2.2.2 Aplicación de la esterilización por óxido de etileno

Existen muchos artículos y equipos sensibles al calor y la humedad, los cuales pueden ser procesados en forma efectiva y segura utilizando este método, aún cuando el óxido de etileno es altamente penetrante, existen algunos materiales en los cuales el porcentaje de penetración es reducido en forma considerable debido a la naturaleza de los mismos y a su forma de empaque.

A continuación se presenta una relación de los artículos que son compatibles con la esterilización por óxido de etileno.

**Tabla No. I      Aplicación de la esterilización a gas**

<b>INSTRUMENTAL Y EQUIPO</b>	Electrocauterios, lámparas, agujas, tiendas de oxígeno, espéculos, jeringas, instrumentos dentales y de neurocirugía.
------------------------------	---

<b>MATERIALES PLÁSTICOS</b>	Máquina de diálisis, catéteres, máquinas de corazón, pulmón, marcapasos, incubadoras, equipo de venoclisis, nebulizadores, tubos de prueba.
<b>MATERIALES DE CAUCHO</b>	Catéteres, drenajes, guantes quirúrgicos, tubos.
<b>INSTRUMENTOS TELESCÓPICOS</b>	Broncoscopios, sistoscopios, equipo de endoscopia en general, oftalmoscopios.
<b>MISCELÁNEOS</b>	Sábanas, libros, cables eléctricos, muebles, equipo eléctrico, ampollitas selladas, suturas, instrumental quirúrgico en general, equipo de anestesia y electrónico.

### **2.3 Equipo utilizado en el proceso**

El equipo utilizado para la esterilización con gas en el Hospital de Accidentes, consiste básicamente en dos modelos automáticos de diferentes casas comerciales que por su tamaño son instalados sobre mesas, conformados por una cámara esterilizante cerrada, provista de teclados necesarios para su operación y control, funcionan de acuerdo a un ciclo de tiempo estandarizado y en condiciones ambientales de temperatura y humedad.

Para compensar las condiciones anteriores, requieren de una alta concentración de gas y la adición de humedad dentro de la cámara, con el inconveniente de que puede ocasionar problemas de salud al personal, si el esterilizador es ventilado directamente dentro de un ambiente encerrado.



### **2.3.1 Esterilizador 3M a gas óxido de etileno 4-100**

Cuenta con un depósito de agua para lograr la humedad relativa del 30 al 60 %, con un ducto de extracción de aire-gas de 1.9E-02 metros (¾”), conectado a la red de aire comprimido con reguladora de presión a 4.8E+05 N/m<sup>2</sup> (70 psig), sus dimensiones son de 0.76 de frente x 0.64 de alto x 0.69 metros de fondo, corriente eléctrica de 230 voltios, montado en una estructura de 0.71 x 0.90 x 0.71 metros.

Este modelo incluye la inyección de cilindro o ampolla, dentro de la cámara se incarta manualmente pero es el equipo el que la rompe, contiene ingredientes al 100 % de óxido de etileno con un peso de 0.1 kilogramos (3.52 onzas), para los modelos 4xl, 5xl, luego de la esterilización, el gas es evacuado de la cámara y reemplazado por el aire filtrado, posteriormente la carga es retirada.

### **2.3.2 Esterilizador a gas óxido de etileno modelo AN 1120 de Casa Médica**

Cuenta con un extractor tipo axial con capacidad de 29.96 CMM, sus dimensiones son de 0.61 de ancho x 0.92 de alto x 0.64 metros de fondo, para realizar el proceso es necesario romper manualmente la ampolla pulsando el botón azul, el set de ampolla contiene:

- 1 Tester EO GAS p/n 2177
- 1 Humidificador (sobre) midi chip
- 1 Ampolla al 96 % óxido de etileno y 4 % de otros ingredientes, peso de 11 grs. (según norma OSHA) de rompimiento manual.

## **2. 4 Esterilización por efectos físicos**

El más utilizado es el de esterilización por calor en cualquiera de sus formas:

- Calor húmedo,
- Calor seco,
- Flameado,
- Filtrado,
- Radiación ultravioleta.

### **2.4.1 Esterilización por calor húmedo**

Es el método más usado en los Hospitales, debido a que produce el mayor volumen de material estéril en el menor tiempo, sin dejar rastros nocivos que puedan afectar su posterior utilización.

El calor ejerce una acción general destructiva sobre los microbios, debido a que cada microbio opone una resistencia particular al calor, pero todos perecen cuando se les expone a una determinada intensidad del mismo, durante un tiempo específico al que se le denomina tiempo térmico mortal de un microbio, al tiempo mínimo durante el cual debe mantenerse una determinada temperatura de calor para provocar su muerte.

Para cada nivel mortal de intensidad de calor, existe un tiempo térmico mortal, es decir que cada microbio tiene muchos tiempos térmicos mortales, uno para cada nivel mortal de intensidad de calor.

Con el objeto de mejorar los procesos en la Central de Esterilización, se han efectuado investigaciones para determinar los tiempos térmicos mortales óptimos de utilización práctica, estableciendo que los microbios más resistentes que se conocen y que están contenidos en cualquier material que se somete a esterilización mueren a temperaturas entre 121° C y 123° C de calor húmedo durante un tiempo de 15 minutos, disminuyendo ese período a 4 minutos cuando la temperatura del calor húmedo se aumenta al rango entre 132° C y 134° C, en consecuencia ningún microbio podría sobrevivir en un material si a éste se le aplican las temperaturas y tiempos mínimos de cualquiera de estos dos tiempos térmicos mortales para calor húmedo.

Siendo este método el más efectivo y económico para la esterilización, en la práctica suele aplicarse en alguna de las siguientes formas:

- Agua hirviendo.
- Vapor fluyendo libremente.
- Vapor bajo presión.

En forma de agua hirviendo o vapor fluyendo libremente, el calor húmedo puede alcanzar una temperatura máxima de 100° C, que representa el punto de ebullición del agua a presión atmosférica a nivel del mar, para esa temperatura el tiempo térmico mortal de los microbios más resistentes está alrededor de las 15 horas, lo que hace que esta práctica sea casi imposible de mantener. La utilización de tiempos más cortos no garantiza la aniquilación de todos los microorganismos, aunque sí logra la eliminación de un gran número de ellos, por esa razón, estos métodos considerados como de subesterilización, se siguen usando en la actualidad, ya que son económicos y garantizan niveles higiénicos aceptables para ciertas aplicaciones.

En forma de vapor bajo presión, se puede aumentar la temperatura del calor húmedo a nivel apropiado, mediante el uso de esterilizadores (autoclaves), dado que existe una relación entre la temperatura del vapor y la presión a la que se encuentra, tal como se muestra en la figura No. 5, los esterilizadores controlan la temperatura mediante la presión; sin embargo, esta forma de control induce a la creencia de que la presión es el factor importante en la esterilización, lo que es incorrecto.

El factor primordial es la temperatura, la presión es sólo un requisito físico indispensable para alcanzar niveles adecuados en la temperatura.

Si el material a procesar soporta las altas temperaturas, este método es el más efectivo que se conoce en la actualidad; pero su utilización debe hacerse siguiendo técnicas adecuadas ya que de lo contrario no se puede garantizar una esterilización completa.

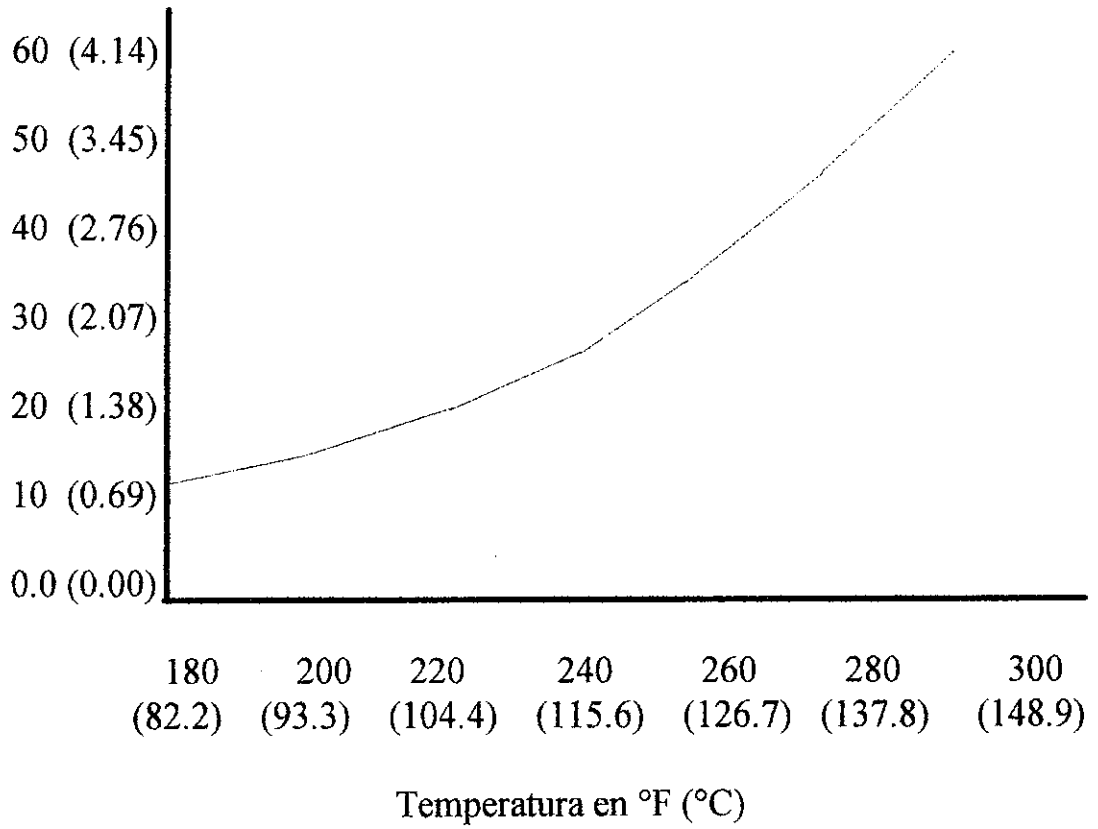
Al respecto, es conveniente agregar que el nivel de calor antes mencionado debe estar en contacto directo con el microbio durante el lapso establecido, en caso contrario no se puede garantizar su muerte.

En ese sentido, el vapor posee la propiedad de calentar los materiales y presentar un poder de penetración en los poros de los mismos, propagándose a través de los intersticios de los materiales y al hacer contacto el vapor con el material, le cede calor y lo humedece debido a la condensación que se produce, la superficie se calienta exponiendo a los microbios que en él se encuentren a nivel mortal de temperatura, si esta situación se mantiene durante el tiempo térmico mortal, el microbio perecerá.

**Figura No. 5**

**Relación gráfica entre temperatura y presión para vapor seco**

**Presión psig (N/m<sup>2</sup>, E+05)**



## **2.4.2 Consideraciones generales de esterilización a vapor húmedo**

Estos funcionan a presión superior a la atmosférica y a elevada temperatura, basados en el principio de esterilización por calor húmedo, aunque en algunos casos se utiliza gas esterilizante.

El proceso se lleva a cabo mediante dos o tres ciclos, dependiendo del material que se someta a él; entendiéndose por ciclo, la generación de las condiciones físicas adecuadas dentro de la cámara del autoclave, en relación a presión, temperatura, tiempo y humedad.

Los parámetros primordiales para garantizar un proceso efectivo de esterilización son el tiempo y la temperatura, este hecho es considerado por los fabricantes de autoclaves, poniendo al servicio hospitalario numerosos modelos a través del tiempo y con el advenimiento de nueva tecnología se hace necesario establecer una clasificación que facilite la explicación didáctica según la tabla II, tomando en cuenta el tipo de operación, fuente de vapor, posición del cuerpo del esterilizador, número de cámaras del cuerpo del esterilizador, sistema de funcionamiento; es de considerar otros factores tales como la forma y tamaño del cuerpo, tipo de mecanismo de la puerta y sistema de control.

**Tabla II**

**Clasificación de Esterilizadores por calor húmedo**

Según su operación	Manuales Semiautomáticos Automáticos
Según la fuente de vapor	A vapor central A vapor autogenerado
Según la posición del cuerpo	Horizontales Verticales
Según el número de cámaras	Con camisa o precámara De pared sencilla
Según el sistema de funcionamiento	Desplazamiento por gravedad Con vacío previo De sistema pulsante

Un análisis superficial de la tabla II, conduce a la conclusión de que existe una diversidad de esterilizadores, no obstante, el principio de operación básico de temperatura y tiempo son los parámetros primordiales.

**2.4.2.1 Según su operación**

De acuerdo a la forma de operación, se tienen esterilizadores manuales en los que el operador determina la temperatura de la cámara a través de la presión y el tiempo.

Esterilizadores semiautomáticos donde el operador selecciona el programa a utilizar y la duración del ciclo; y los esterilizadores automáticos que sólo requieren la selección del programa a utilizar, la labor del servicio técnico de mantenimiento aumenta debido a la complicación de la tecnología, en todo caso la temperatura a usarse debe oscilar entre 121° C a 135° C, mientras que el tiempo depende del material a procesar y de la temperatura seleccionada.

#### **2.4.2.2 Según la fuente de vapor**

A vapor central, la línea de vapor procedente de la caldera que posee una presión de  $8.62E+05 \text{ N/m}^2$  (125 psig), la que es muy superior a los procesos de esterilización de  $1.03$  a  $2.5E+05 \text{ N/m}^2$  (15 a 36 psig); por lo tanto, la presión de línea debe ser reducida antes de efectuar la conexión al esterilizador. Este proceso se realiza por medio de una estación reductora de dos válvulas, ideal para el gasto muy variable de vapor, tal como se muestra en la figura No. 35 (plano 3/5), el vapor de línea entra por un lado de alta presión, pasa por la estación reguladora y sale de la estación con valores que oscilan entre  $3.3$  y  $3.6E+05 \text{ N/m}^2$  (48 y 52 psig).

Los componentes internos del esterilizador se incluyen para monitorear el proceso, facilitar labores de mantenimiento y niveles adecuados de humedad en el vapor, debe recordarse la necesidad de trabajar con vapor seco, lo cual significa que no exista agua en estado líquido, producto de la condensación por disminución de la temperatura y de la presión.

En ese sentido, los esterilizadores requieren que el vapor suministrado esté libre de condensado en un nivel superior al 95 %, por lo tanto, la estación reductora debe contar con trampas de vapor que satisfagan esta condición.

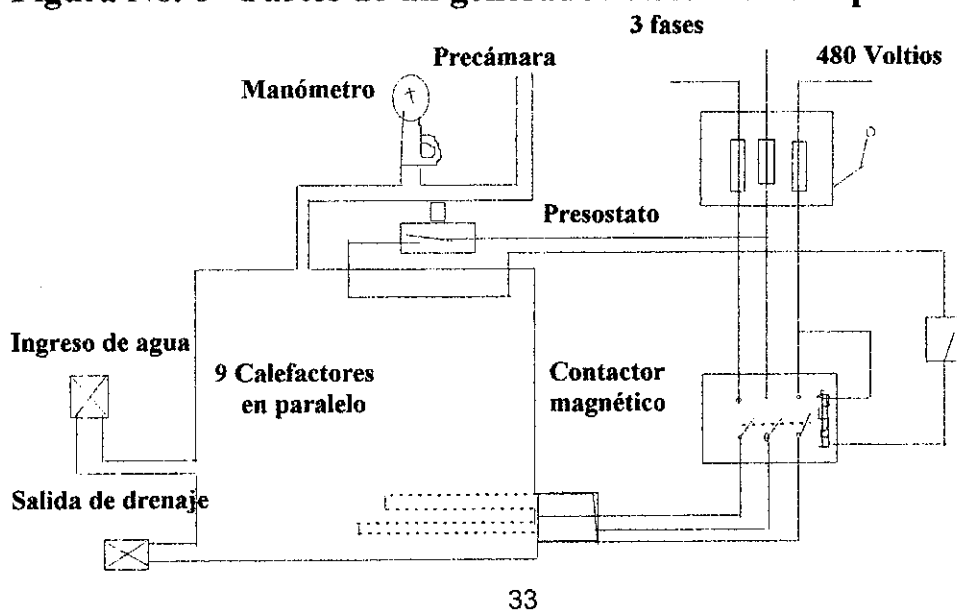


A vapor autogenerado, éstos se basan en el mismo principio de funcionamiento descrito para los esterilizadores a vapor central, su diferencia fundamental radica en la fuente del vapor que se utiliza, la cual es autocontenida en este equipo, su empleo se justifica en Hospitales que no cuentan con un sistema central de generación de vapor las 24 horas.

El generador de vapor consistente: en un depósito para el agua y vapor, un mecanismo de resistencias para la conexión en paralelo y dispositivos para el control en el proceso.

El proceso de esterilización se inicia colocando el interruptor principal en la posición de eléctrico, con lo que se activa un contactor o un sistema de relés, de acuerdo a la figura No. 6, estos dispositivos electromagnéticos controlan el paso de corriente a través de las resistencias eléctricas, de acuerdo a la señal presente en sus bobinas, las resistencias están dentro del cuerpo del generador, en contacto directo con el agua y cuando la corriente eléctrica circula por éstas, se calientan, incrementando la temperatura del agua a punto de ebullición, a partir de este momento comienza la generación de vapor.

**Figura No. 6 Partes de un generador eléctrico de vapor**



La fuente genera vapor mientras exista agua dentro del cuerpo del generador, aumentando la presión de la precámara a niveles peligrosos, por lo que se requiere de un mecanismo que controle la generación de vapor, a través de presostatos manteniéndola entre dos valores preseleccionados. Cuando la presión sobrepasa el nivel alto, el sistema interrumpe el suministro de corriente a la resistencia, enviándole una señal al contactor, de esta forma se detiene la generación de vapor, con lo que la presión tenderá a disminuir hasta el límite inferior, en ese momento el sistema permitirá de nuevo el paso de corriente por las resistencias, restableciendo la generación de vapor, con el consiguiente aumento de presión, estos eventos se suceden cíclicamente durante el proceso de esterilización.

### **2.4.2.3 Según la posición del cuerpo**

La forma, posición y tamaño del cuerpo del esterilizador da origen a una gran diversidad de modelos; de acuerdo a su forma existen: esterilizadores de cuerpo cilíndrico, cuadrado y rectangular. En función de la posición los hay de cuerpo horizontal o vertical. Con respecto a las dimensiones, existe una amplia gama de tamaños desde los modelos de mesa hasta los grandes esterilizadores de cuerpo entero, con capacidad superior a los cinco metros cúbicos, para instalaciones permanentes en Central de Equipos.

Las medidas se dan respecto a la cámara del esterilizador, en la Central se cuenta con 3 de cámara cuadrada horizontal cuya dimensión es 0.63 x 0.63 x 1.0 metros de fondo.

#### **2.4.2.4 Según el número de cámaras**

El cuerpo del esterilizador está constituido generalmente por dos cámaras concéntricas, es decir una dentro de la otra, entre ambas cámaras se forma un espacio que se denomina camisa de vapor o precámara, la cámara interior denominada cámara de esterilización sirve para alojar los utensilios a esterilizar.

Adicional a esto hay también de pared sencilla, es decir sin camisa que encuentran aplicación en trabajos de laboratorio y fórmulas lácteas.

La construcción debe hacerse de tal manera que soporte las altas presiones de trabajo hasta de  $5.17E+05 \text{ N/m}^2$  (75 psig), la camisa facilita el precalentamiento de la cámara y contribuye a su aislamiento térmico, la puerta se sella perfectamente contra los bordes de la cámara, mediante un empaque de neopreno de sección rectangular, logrando así la hermeticidad requerida. Adicionalmente la puerta está dotada de un mecanismo de seguridad que impide que se abra mientras exista presión en la cámara.

Usualmente el cuerpo del esterilizador viene protegido por una capa de fibra de vidrio, la cual provee un aislamiento térmico del exterior.

Cuando el vapor es inyectado en la cámara choca en la placa difusora, de esta forma se evita que el vapor a presión golpee los utensilios que se esterilizan.

#### **2.4.2.5 Según el sistema de funcionamiento**

Se clasifican bajo la denominación de desplazamiento por gravedad debido a que expulsan el contenido de aire de la cámara empujándolo hacia las partes inferiores por

medio de vapor seco saturado, este fenómeno se basa en el hecho de que el aire es más denso que el vapor y al continuar la admisión de vapor a presión, el aire se comprime en el fondo, siendo forzado a salir de la cámara a través de su línea de escape o drenaje.

En la salida de la línea de drenaje de la cámara se controla por una trampa de vapor del tipo termostático, cuando el esterilizador se encuentra frío, esta válvula termostática permanece abierta para no restringir el flujo de aire y sólo cuando el aire es totalmente evacuado, el vapor hace contacto con la trampa ocasionando su cierre.

La figura No. 7, muestra el comportamiento de la presión dentro de la cámara, puede observarse que el incremento de presión es muy lento entre los puntos 1 y 2 debido a que la válvula termostática permanece abierta, es decir que durante este período se ejecuta la expulsión de aire de la cámara; a partir del punto 2 la presión se incrementa rápidamente hasta llegar al punto 3 el cual constituye el valor prefijado para comenzar la esterilización.

Sin embargo, no ha transcurrido suficiente tiempo para que el vapor le ceda todo el calor a la carga, aumentando su temperatura al nivel mortal de los microorganismos.

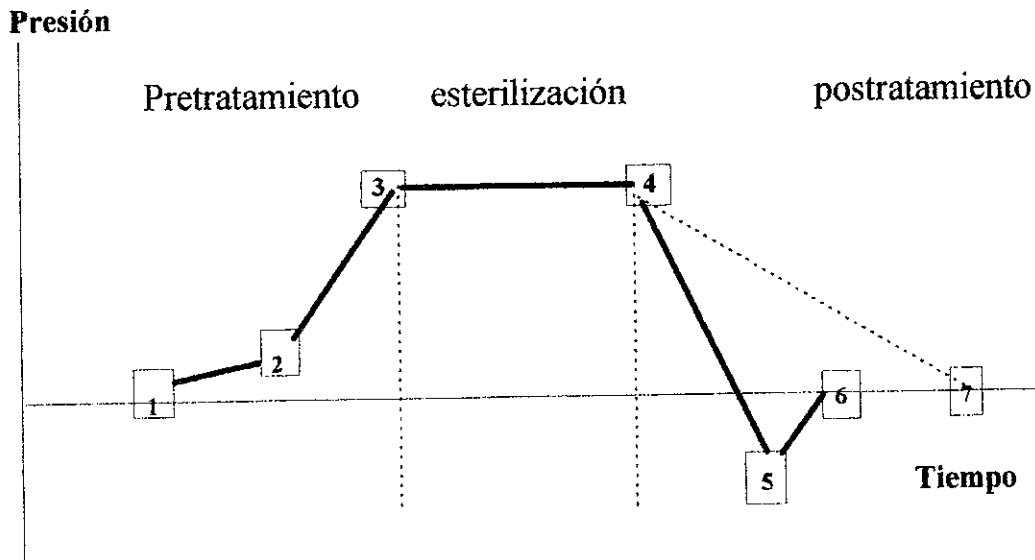
Una vez concluido este ciclo en el punto 4, cuya duración se controla por el tiempo, comienza la fase de salida de vapor, la cual puede ser rápida (hasta el punto 5) o lenta (hasta el punto 7); para el caso de salida rápida, el proceso es agilizado por una generación de vacío dentro de la cámara, tal como se explicó anteriormente.

El ciclo de salida rápida de vapor culmina en el punto 5, en ese instante la presión de cámara es ligeramente subatmosférica para permitir la entrada de aire seco del exterior. Esta entrada de aire contribuye al secado de la carga y balancea la presión de cámara con la ambiental, lo que se logra en el punto 6.

El proceso de esterilización se considera concluído cuando la presión en el interior de la cámara alcanza el nivel atmosférico, lo cual ocurre en los puntos 6 ó 7 de la gráfica según la carga que se haya sometido a esterilización.

**Figura No. 7**

**Niveles de presión de cámara del proceso de esterilización en un esterilizador de desplazamiento por gravedad**



Los principios generales de funcionamiento de un esterilizador con vacío previo son muy similares a los anteriores, la diferencia fundamental radica en la forma de tratar la extracción del aire de la cámara, para no entorpecer el proceso de esterilización por lo que todo esterilizador incluye una bomba de succión de vacío, con lo que se logra mayor eficiencia en el proceso.

En la figura 8 se presenta un diagrama esquemático del mecanismo de vacío omitiendo el resto de los componentes, constituidos por la bomba de vacío, condensador, eyector e inyector de vapor; cuando la bomba genera el vacío absorbe el aire extraído de la cámara por el puerto de entrada ventilándolo a la atmósfera por el puerto de salida, a medida que ocurra, ésta recibe vapor a través de un orificio.

La inyección de vapor cumple dos propósitos, el de precalentar la carga y empujar el aire alrededor de ella hacia al punto de salida disminuyendo el tiempo requerido para iniciar el ciclo de esterilización.

La bomba es capaz de generar vacíos del orden de los  $6.67 \text{ N/m}^2$  (50 mmHg) en la base del eyector, esta capacidad de succión es completada por el efecto Venturi del eyector, el cual utiliza vapor de la camisa como fluido impulsor y el condensador cumple funciones de sello para el vapor.

Los esterilizadores de sistema pulsante trabajan con una combinación de alto vacío (presión negativa y presión positiva) constante, iniciando el proceso con un alto vacío, seguido por un pulso de presión positiva.

Se denomina pulso de presión al evento en el cual se varía la presión desde un valor inicial (presión atmosférica, por ejemplo) hasta un valor intermedio, seguido de un retorno al inicial, si la presión inicial es mayor que la presión intermedia el pulso es negativo o de vacío, en caso contrario el pulso es positivo.

Con el objeto de desalojar el aire de la cámara, los procesos siempre inician con pulsos negativos, seguido de al menos un pulso positivo; el resultado final se puede resumir en las siguientes características, mayor temperatura de operación, entre 133° C y 135° C en menor tiempo de exposición y secado más rápido de la carga.

Aunque existe un número infinito de combinaciones posibles entre ciclos positivos y negativos, para los efectos, el equipo con que cuenta la central de esterilización del H.G.A. y según la firma alemana GETINGE, el proceso de esterilización lo dividen en cuatro ciclos a saber:

a) Pretratamiento, consistente en la aplicación de tres pulsos consecutivos de vacío, seguidos por un pulso positivo, en la figura No. 9 se presentan los cambios de la presión en la cámara en cada ciclo desde los puntos 1 a 2, 4 a 5 y 7 a 8, ejecutándose mediante el accionamiento de una bomba de alto vacío; los cambios desde 2 a 4, 5 a 7 y 8 a 10, mediante la admisión de vapor seco saturado.

Por lo que el ciclo garantiza una eliminación efectiva del aire dentro de la cámara y un precalentamiento de la carga, reduciendo el tiempo de esterilización.

b) Cuando la presión haya alcanzado el nivel apropiado en el punto 10 inicia el ciclo de esterilización el cual termina en el punto 11 una vez transcurrido el tiempo térmico mortal.

c) Da inicio el postratamiento, con la salida rápida de vapor terminando en el punto 13, en donde comienza la etapa de secado, desde el punto 13 al 14 la presión dentro de la cámara prácticamente no varía, durante el lapso comprendido entre estos puntos, el material experimenta un enfriamiento y a partir del punto 14 se admite aire filtrado a la cámara, logrando el secado final de la carga y la despresurización de la cámara hasta niveles atmosféricos.

d) Cuando la presión llega al punto 15 el equipo indica que el proceso concluyó y que se puede sacar la carga.

Este proceso se realiza en forma completamente automática, la función del operador se reduce a preparar e introducir la carga al esterilizador, seleccionar el tiempo de programa de acuerdo al material a procesar, supervisar periódicamente los relojes indicadores y retirar la carga.

El tiempo total empleado en el proceso es menor que el requerido por los esterilizadores clásicos de desplazamiento por gravedad lo que hace posible esterilizar mayor cantidad de material en la misma jornada de trabajo, disminuyendo el costo de operación.



Figura No. 8

Mecanismo de vacío previo

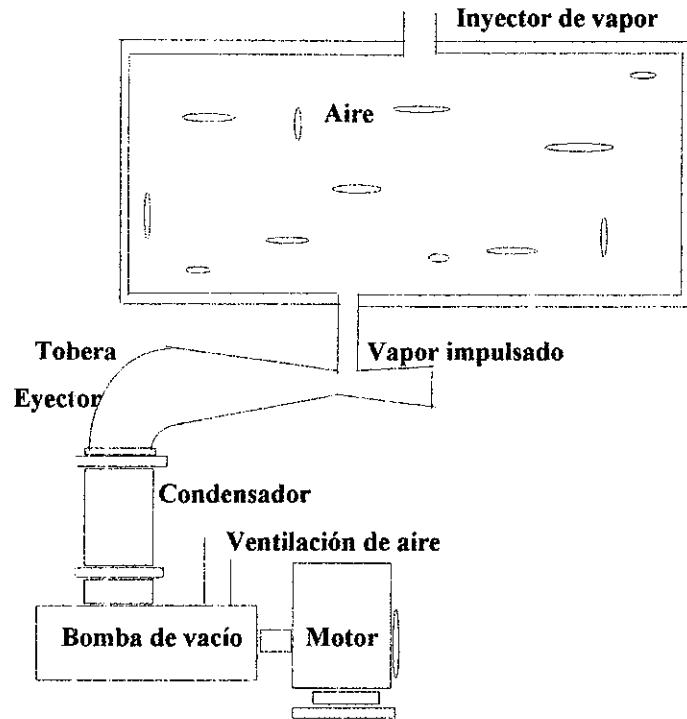
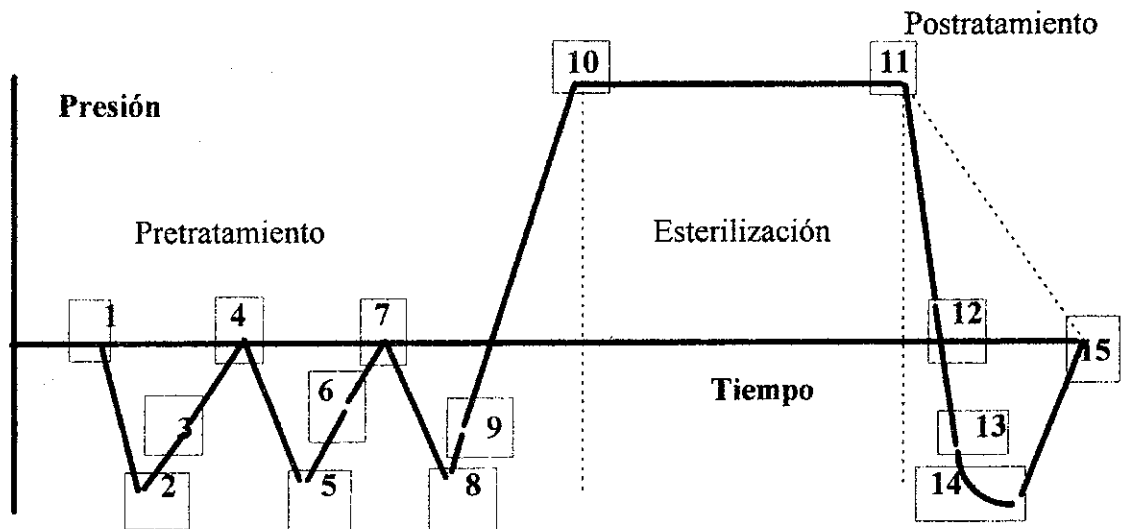


Figura No. 9 Niveles de presión en la cámara del esterilizador de sistema pulsante



### **2.4.3 Esterilización por calor seco**

Este método también asegura una acción mortífera sobre los microbios, sin embargo, la falta de humedad hace que el microbio resista un tiempo de 2 a 3 horas a una temperatura de 160° C, por lo tanto es menos eficaz ya que sus tiempos térmicos mortales son de 30 minutos a 180° C, 1 hora a 170° C y 3 horas a 160° C.

### **2.4.4 Esterilización por flameado**

Es el más efectivo de los métodos, pero también el menos práctico, debido a que las propiedades destructivas de la llama dañan los materiales, por esta razón su uso es limitado a objetos pequeños de laboratorio.

### **2.4.5 Esterilización por filtración**

Este método es aplicable a líquidos que no puedan soportar, sin descomponerse, la acción de elevadas temperaturas; el proceso consiste en hacer pasar el líquido por filtros desgerminizantes, los que retienen los microbios de acuerdo a su tamaño dejando pasar el líquido y partículas ultradiminutas no garantizando la retención de todos los microorganismos, se le cataloga como método de subesterilización.

### **2.4.6 Esterilización por radiación**

Este método es adecuado para esterilizar ambientes, aunque presenta limitaciones desventajosas ya que sólo se pueden esterilizar superficies expuestas a la radiación, la que generalmente es en el rango ultravioleta, donde hay sombra, no esteriliza.

### **3. GENERALIDADES DE LOS DESTILADORES DE AGUA**

La destilación de agua es la única forma de purificación garantizada para producir agua libre de elementos orgánicos e inorgánicos, utilizando cualquier sistema de suministro de agua potable (2).

Debido a que el agua purificada puede poseer diferentes cargas microbianas dependiendo de su método de obtención, distribución y almacenamiento, se deben establecer criterios generales para practicar las acciones correctivas necesarias cuando éstas sean requeridas. Del proceso de destilación deberá establecerse certificado válido antes de iniciar su utilización y producción en el servicio hospitalario, a manera que garantice la obtención de agua con la calidad tanto química como física y microbiológica deseada.

#### **3.1 Aplicación del agua destilada**

Los destiladores de agua a vapor central o eléctricos, son el equipo más económico en el proceso de la destilación y de fácil funcionamiento con lo cual se garantiza la calidad de agua a utilizar. Son muy necesarios en la Industria Farmacéutica, Cosmetológica y en las Unidades Hospitalarias. Por lo que en el laboratorio clínico y servicios médicos del H.G.A existe gran demanda de agua destilada ver figura No. 38 en el anexo, en donde se detalla el tipo de contaminantes que elimina este equipo.

Un ejemplo claro se da en la preparación de muestras, soluciones, lavado de vidriería, cultivos de tejido y otras actividades propias de laboratorio que requieren de agua bio-pura.

En los servicios médicos es utilizada para lavado de heridas en pacientes con pocas defensas en su organismo, reduciendo costos en la adquisición de sueros para realizar lavados.

### **3.2 Agua destilada bio-pura**

Es la que además de cumplir con los requerimientos del Reglamento Federal sobre obras de provisión de agua potable y con los lineamientos para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (1984), de uso para la fabricación de inyectables e irrigación, debe poseer un total de sólidos disueltos de menos de 1 ppm (prueba de esterilidad MGA 381).

Es por esto necesaria la certificación de calidad de agua que se produce por cada unidad destiladora.

### **3.3 Equipos de destilación de agua**

El equipo para producción de agua destilada puede obtenerse con dos fuentes de calefacción:

- a) Calefacción eléctrica integral.
- b) Calefacción mediante el suministro de vapor centralizado.

La utilización de cualquiera de estos dos tipos de destiladores logra eliminar hasta 0.1 ppm total de sólidos a ph válido de 5.4 a 7.2 y temperatura de 25° C, operando con 8 galones de agua potable por cada galón de agua destilada producida.

Por su capacidad los destiladores se clasifican de 1, 2, 5 y 10 galones de agua destilada por hora, en la tabla III se especifican los requerimientos de funcionamiento:

**Tabla No. III**

**Requerimientos de funcionamiento en destilación de agua**

Destilador con resistencias eléctricas	K.W.	Amp. 120/240 V 3 fases	Amp. 120/208 V 3 fases	Agua potable (gph) / un galón de agua destilada
1 (gph)	2.6	9	11	8
2 (gph)	6	15	17	16
5 (gph)	13	32	36	40
10 (gph)	26	63	73	80
Destilador a vapor central	Consumo de vapor (kg/h)	HP de caldera	Amp. 120/208v monofásico	Agua potable (gph) / un galón de agua destilada
1 (gph)	4	0.33	4	8
2 (gph)	8.2	0.66	6	16
5 (gph)	20.5	1.7	8	40
10 (gph)	41	3.4	11	80

**FUENTE:** Guía de equipo de esterilización de la Compañía Americana de Esterilización, 1/98 página 24.

Un destilador se compone de un evaporador con una fuente de calor, un condensador con una fuente de agua y un depósito de diario dotado de un flotador de nivel que bloquea la producción de agua destilada cuando ésta alcanza  $2/3$  partes de la capacidad del mismo, ya que al suministrar agua destilada la producción de vapor continúa automáticamente con una válvula de regulación de nivel electrónico, la figura No. 19, muestra el destilador de agua y sus principales componentes internos.

### **3.3.1 Evaporador**

Es de tipo cilíndrico, vertical, de doble pared con espacio para aislación térmica, se construyen altos y anchos para dar suficiente lugar al desprendimiento de los vapores y facilitar el funcionamiento a baja velocidad.

El cuerpo del evaporador es de acero inoxidable pulido, el calderín es de cobre o latón revestido de níquel bruñido y posee una pantalla deflectora interna, todas las superficies que están en contacto con el vapor y el destilado están cubiertas de estaño puro para evitar contaminación con metales, los componentes del evaporador son:

- Un dispositivo de nivel constante o aireador, con cámara caliente para controlar el nivel del agua en el evaporador y una primera eliminación de impurezas volátiles.
- Una válvula de desagüe, con tubería de escape entre la conexión de salida del agua refrigerante del condensador y el dispositivo de nivel constante.

- Termómetro de registro gráfico de las temperaturas máximas y mínimas.
- Trampa de final de línea al arribo de vapor.

### **3.3.2 Condensador**

Es de tipo horizontal, ligeramente inclinado con ventilación atmosférica para la eliminación final de las sustancias volátiles. Es de cobre, latón y está revestido de níquel bruñido, toda la superficie que mantiene contacto con el vapor y el destilado están revestidas de estaño puro para evitar una posible contaminación con aquellos metales, un tubo de estaño conecta la salida de destilación del condensador con el tanque de depósito diario.

Lo hace eficiente en su proceso la utilización de agua potable a temperatura ambiente para condensar el vapor que circula en el condensador ganando temperatura por transferencia de calor, la que ingresa al evaporador a través del aireador o nivel constante de cámara caliente.

### **3.3.3 Depósito de diario**

Utilizado para mantener a disposición el agua destilada de donde puede tomarse por la válvula de fondo.

El depósito está dotado de un medidor de nivel que bloquea la producción de agua destilada cuando ésta alcanza los 2/3 de la capacidad, suministrando agua destilada por lo que la producción continúa automáticamente.

### **3.4 Método para proporcionar el agua de alimentación**

Según se especifique, la destilación para el suministro de agua de alimentación puede obtenerse con dos métodos distintos, que son:

#### **3.4.1 Agua potable**

Puede usarse agua corriente tanto como refrigerante del condensador como agua de alimentación para el evaporador, esto ocurre frecuentemente con los de vapor central, alcanzando un total de 1 ppm de sólidos y un ph de 7.

#### **3.4.2 Alimentación de flotador**

Cuando se usa agua sometida a un tratamiento previo especial, como agua desmineralizada, se emplea un flotador para controlar automáticamente el flujo, el equipo viene completo con toda la tubería necesaria, válvulas de desvío y válvulas de cierre, las unidades de control automático tienen un interruptor a la entrada del agua del evaporador, la refrigeración del condensador se realiza mediante agua corriente.

Al utilizar este proceso se alcanza un total de 0.1 ppm de sólidos y un ph de 5.4 a 7.2.



#### 4. MONTAJE DEL EQUIPO EN EL HOSPITAL DE ACCIDENTES

En la figura No. 33 nos muestra la panorámica del hospital ubicado en la 13 avenida y 2a calle Colonia Monte Real zona 4 de Mixco, con infraestructura de tres niveles para brindar atención de traumatología, en la figura No. 34 se presenta la planta en conjunto, distribución de los 7 sectores y los ambientes de: tanque de agua (T), guardería (G), casetas de control (CC), dormitorio de pilotos (DP). Sobresaliendo la planta de arquitectura del sector 2 del sótano, sector de localización de ambientes de la Central de Esterilización.

Los ambientes de labores en la Central de Equipos se registran en los ejes L a N y los puntos 17 a 20, únicamente con 278.85 metros <sup>2</sup>, ver tabla IV:

**Tabla IV**

##### **Ambientes de labores en la Central de Equipos**

<u>Ambiente</u>	<u>Área en metros<sup>2</sup></u>
• Entrega de material esteril a servicios varios.	18
• Vestidores.	12
• Recepción de material a esterilizar.	4.5
• Recepción de campos sucios.	06
• Bodega de material esterilizado para servicios varios.	15.75

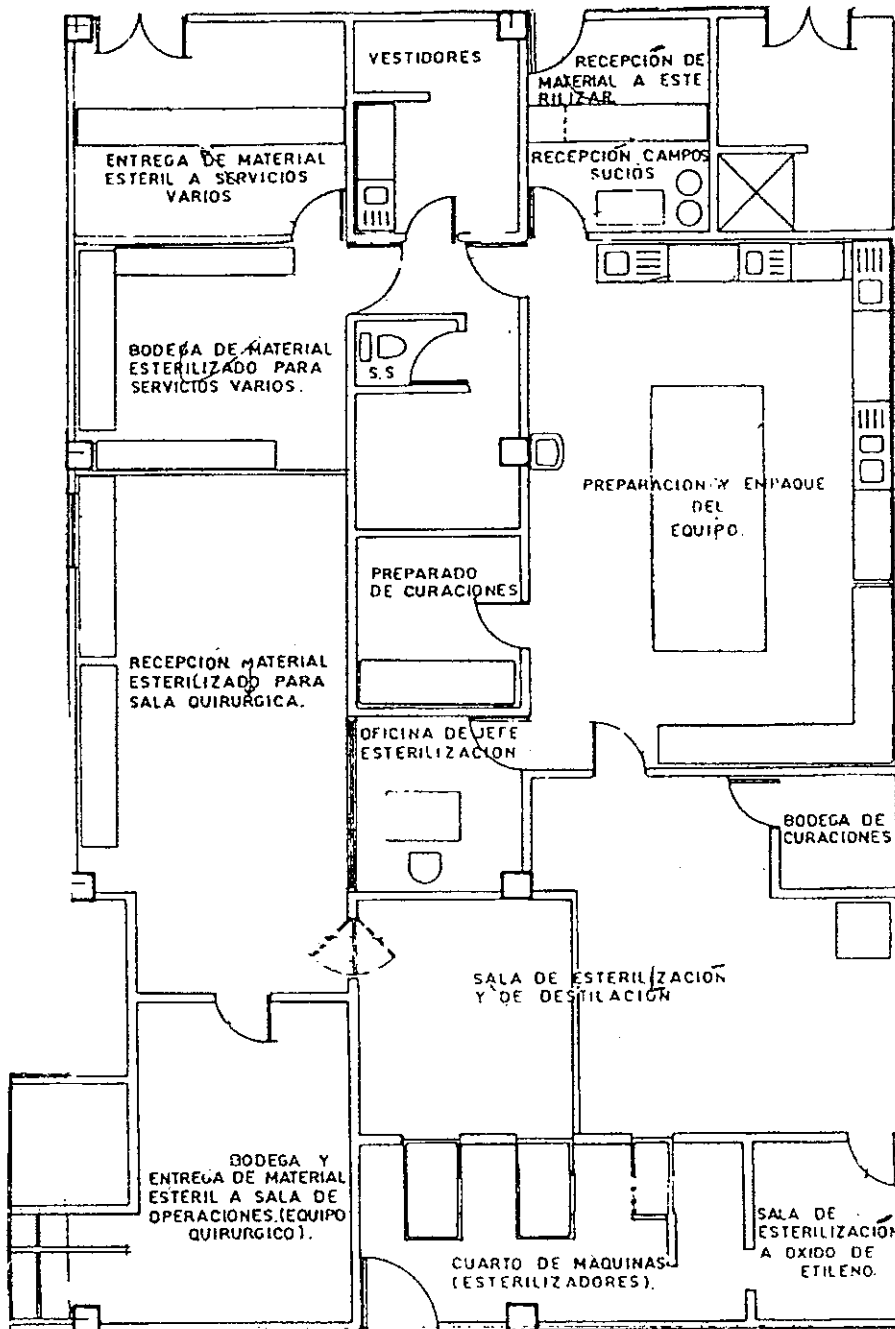
**Ambiente****Área en metros <sup>2</sup>**

• Bodega de material esterilizado para sala quirúrgica.	40.5
• Servicio sanitario.	2.6
• Bodega de materia prima.	7.5
• Preparado de curaciones.	09
• Preparación y empaque del equipo.	54
• Oficina del jefe de la central.	09
• Sala de esterilización y destilación de agua.	51
• Entrega de material a sala de operaciones.	22
• Cuarto de máquinas de esterilizadores.	19.5
• Sala de esterilización a óxido de etileno.	7.5

En la actualidad se están realizando cambios en las bodegas de material esteril, así como en los ambientes de recepción y entrega de equipo con el propósito de brindar un mejor servicio de asepsia por lo que se muestra en la figura No. 10 de la distribución de áreas en la Central de Equipos.

Figura No. 10

Distribución de áreas en la Central de Equipos



## **4.1 Montaje de esterilizadores de material quirúrgico y destilador de agua en la central de equipos**

Con el objeto de diseñar un patrón técnico que optimice la instalación y el funcionamiento del equipo de esterilización a gas, vapor y destilación de agua en Central de Equipos del H.G.A. y en base a normas establecidas por el Ministerio de Salud Pública se elaboran manuales de montaje de los siguientes equipos:

- Esterilizadores a gas de óxido de etileno.
- Esterilizadores a vapor central.
- Esterilizadores a vapor autogenerado.
- Destilador de agua.

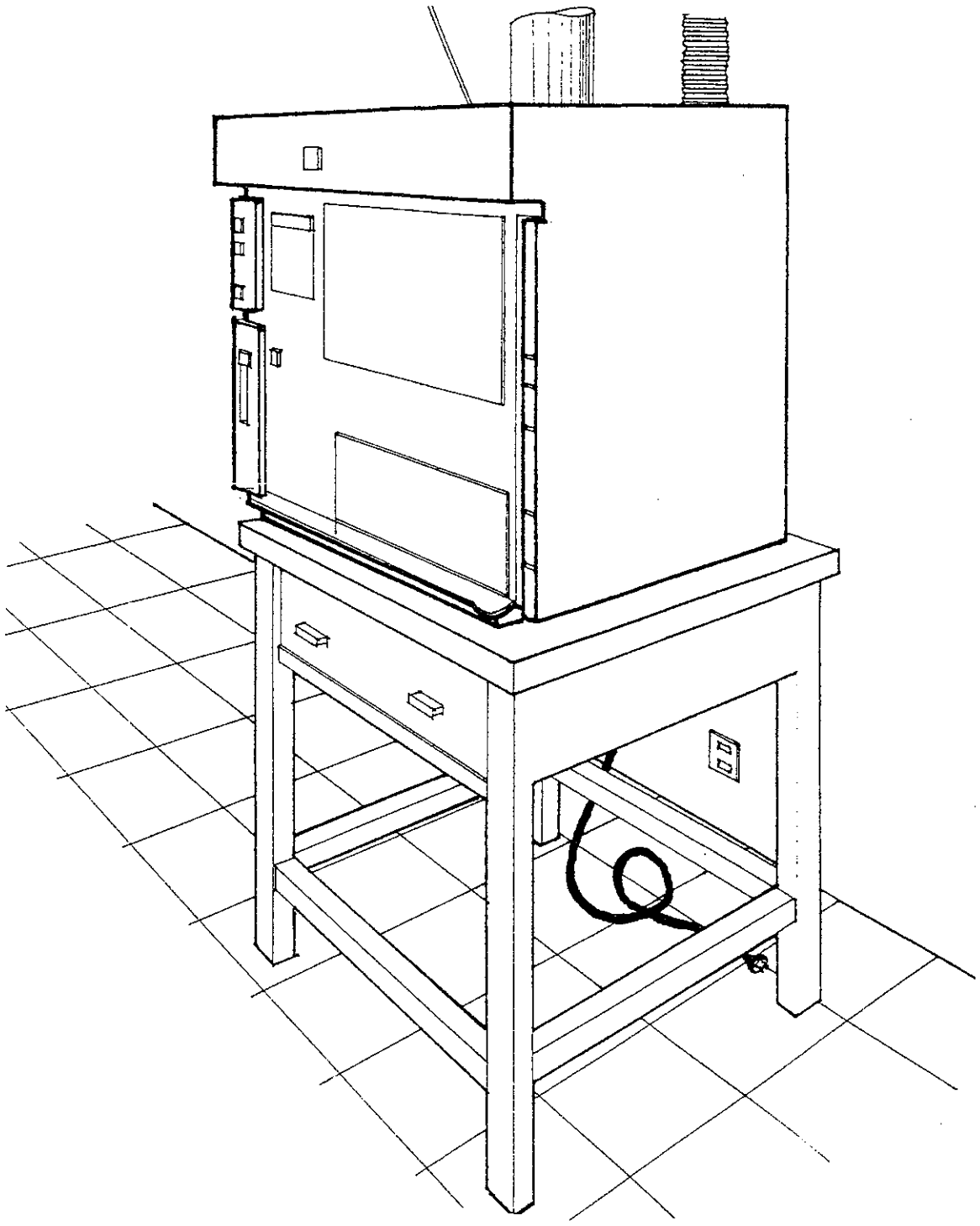
### **4.1.1 Montaje de esterilizadores a gas de óxido de etileno**

El Hospital cuenta con dos modelos automáticos de mesa, que funcionan de acuerdo a un ciclo de tiempo estandarizado y en condiciones de temperatura y humedad, el primero es de marca 3M, modelo Steri-Vac 4XL que tiene la capacidad de abrir la ampolla de óxido de etileno sin que el operario intervenga y el segundo es marca EO-GAS modelo AN-1120 con microprocesador (ver figura número 11).

#### **4.1.1.1 Área de instalación**

El área debe ser exclusivamente utilizada para esterilizar a gas con una medida de 3 metros de ancho x 2.5 metros de fondo y una altura de 2.5 metros, totalmente aislada de los otros servicios, puerta de metal que soporte la presión de una explosión, paredes con cernido o tablayeso con pintura anti-hongos.

**Figura No. 11 Esterilizador a gas óxido de etileno**



#### **4.1.1.2 Estructura de base**

La base de apoyo debe ser de 0.60 x 0.60 x 0.90 metros de altura con una gaveta por equipo, en la que se guarda toda la información relacionada con éste, puede ser de metal o madera.

#### **4.1.1.3 Instalación de agua**

Para el esterilizador Steri-Vac 4XL de 3M únicamente es necesario llenar el depósito de un litro que tiene incorporado cada dos ciclos de esterilización y para el EO-GAS modelo AN-1120, el kit de ampolla incluye un humidificador por lo que no necesita de una toma de agua.

#### **4.1.1.4 Electricidad**

Se necesita corriente eléctrica de 120 \ 208 voltios monofásica con un consumo de 10 amperios en 60 hertz, el esterilizador deberá ser conectado a tierra física a través de los bornes previstos, aprobado por el Departamento de Equipo Médico de la Sección de Ingeniería.

#### **4.1.1.5 Aire comprimido**

El equipo 4XL Esteri-Vac 3M, está provisto para el ingreso de aire comprimido de  $4.8E+05$  a  $1E+06$  N/m<sup>2</sup> (70 a 150 psig), a través de tubería de hierro negro, cédula 40 y un diámetro de  $1.27E-02$  metros ( $\frac{1}{2}$ ").

Suministrado por un compresor con asiento de teflón de 5 HP de dos émbolos, es importante saber con que tipo de voltaje se cuenta en la unidad médica para poder instalarlo, en la toma debe instalarse una unidad de mantenimiento integrada por:

- Filtro de bacterias.
- Válvula reguladora de presión.
- Trampa de agua.

#### **a) Filtro de bacterias**

Al final del ciclo de esterilización, el aire de la habitación vuelve a ingresar al esterilizador, circulando entre los objetos colocados en la unidad. Por supuesto, este aire debe estar libre de microorganismos para evitar la contaminación de objetos esterilizados; el aire que entra a la unidad por lo general se filtra con un filtro de aire particular de alta eficacia (HEPA), si el filtro opera adecuadamente, se controla la contaminación; sin embargo han surgido ciertas evidencias que sugieren que estos filtros no siempre han operado correctamente y que han permitido la contaminación de objetos colocados en la unidad. Este tipo de falla es grave y requiere de una cuidadosa vigilancia para evitar una propagación accidental de la infección.

#### **b) Válvula reguladora de presión**

Esta válvula se utiliza para regular el aire comprimido que viene de la Central de Aire Comprimido, a un valor nominal de  $4.8E+05$  a  $1E+06$  N/m<sup>2</sup> (70 a 150 psig).

### **c) Trampa de agua**

Es conocida como la unidad de mantenimiento, la cual prepara el aire antes de su utilización en el esterilizador; el aire debe ser depurado y de él debe extraerse el agua, esta operación la efectúa el filtro con separador de agua.

El esterilizador EO Gas modelo AN 1120 de Casa Médica tiene la ventaja de no necesitar aire comprimido para aireación, ya que está provisto de un extractor independiente en la salida de la mezcla aire-gas y de un aireador incorporado a la consola.

#### **4.1.1.6 Extracción de aire**

El esterilizador Esteri-Vac 4XL de 3M, tiene incorporado un extractor que le sirve de aireador para la cámara y que a través de una toma se le instala tubo de cobre de 5E-02 metros (2") de diámetro, con la salida a una altura de 2.35 metros, el esterilizador EO-GAS modelo AN 1120, extrae la mezcla de aire-gas de la cámara a través de un ducto de 7E -02 metros (3") de diámetro con un extractor empotrado en la pared.

En el ambiente de la Central de Equipos, la ventilación es esencial, específicamente en la sala de esterilizadores, habiendo un gran desprendimiento de calor, el cual en la actualidad no se elimina a través de métodos mecánicos lo que genera altas temperaturas de trabajo (40° C).



Para lo que se debe prever un tiraje (extracción) adecuado, calculado en base de 20 a 60 cambios de aire por hora, las rejillas de extracción deberán estar ubicadas en la sala de esterilización inmediatamente arriba de la puerta de los esterilizadores y conectadas al ducto de extracción de la sala de empaque, lavado y secado.

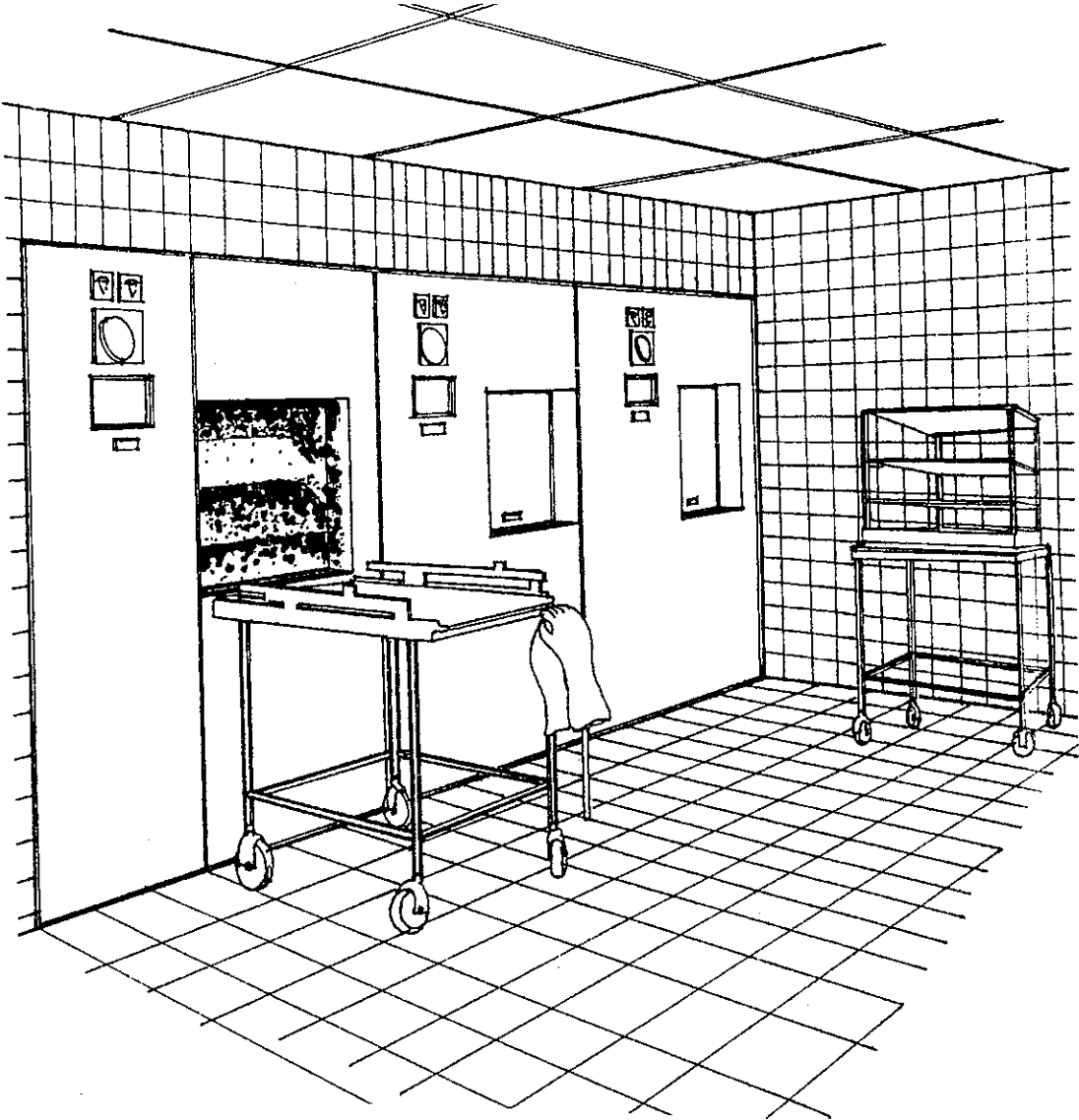
#### **4.1.2 Esterilizadores a vapor central y vapor autogenerado**

La central de equipos cuenta con tres modelos con computadora que se operan manual y automáticamente marca Omasa, ver figura No. 12 de los siguientes modelos:

- 2 Esterilizadores de 0.63 x 0.63 x 1 metro de cámara a vapor en 480 V.
- 1 Esterilizador de 0.63 x 0.63 x 1 metro de cámara eléctrico / vapor / 480 V.

En el plano 3/5 se muestra el suministro a los esterilizadores a vapor central y a vapor autogenerado, de vapor generado por calderas a través de la red de tubería de vapor con un sistema de estación reguladora de presión y trampas de final de línea, utilizando trampas dobles antes de ingresar al equipo debido a que el gasto es variable y regulando la presión de vapor de  $5.1E+05$  N/m<sup>2</sup> (75 psig) por pulgada cuadrada ( $5.3$  Kg/cm<sup>2</sup>) a la presión de trabajo; agua potable a 25° C, aire comprimido a  $1.03E+05$  N/m<sup>2</sup> (150 psig) y de retorno de condensado al tanque de diario de la caldera. Estos equipos son de sistema pulsante por lo que cuentan con bombas de vacío y en los cuales la remoción del aire se trabaja con una combinación de alto vacío, se recomienda su uso simultáneo tomando en cuenta que el gasto máximo es de solamente unos 4 ó 5 minutos y el ciclo total de 20 a 25 minutos de acuerdo a la tabla V.

**Figura No. 12 Esterilizadores a vapor central y autogenerado  
marca Omasa**



**Tabla V**

**Uso simultáneo de esterilizadores debido al gasto de HP de caldera**

Esterilizadores instalados	En uso simultáneo
1	1
2	2
3	2
4	3
5	3

Cuando el esterilizador a vapor / eléctrico entra a funcionar en sistema eléctrico y autogenera su vapor a través de un calderín con nueve resistencias conectadas en paralelo, con voltaje de 480 voltios generando una temperatura de 121° C ó 132° C y un flujo de vapor a 2.5 E+05 N/m<sup>2</sup> de presión.

**4.1.2.1 Suministro de aire comprimido**

Este sistema alimenta las válvulas de corte de accionamiento neumático a una presión de 6 a 8E+05 N/m<sup>2</sup>.

Se realiza a través de tubería de hierro negro, cédula 40 y 1.27E-02 metros de diámetro (½"), con una unidad de mantenimiento en la toma integrada por filtro de bacterias, válvula reguladora de presión y trampa de agua.

#### 4.1.2.2 Suministro de agua potable

El abastecimiento de agua es a través de un sistema propio, mediante la captación de agua de dos pozos; por lo que se mantienen análisis completos, a fin de determinar el tratamiento para ponerla en condiciones para llenar los requisitos mínimos de potabilidad y para su uso en la Central de Equipos. El sistema de distribución es indirecto ya que de los pozos el agua llega a un cisterna de cuatro cámaras y de éstas es distribuida a todo el H.G.A. por medio de un sistema normal de pacoflo de donde salen las columnas alimentadoras principales, normalmente son verticales, sirviendo para abastecer los ramales de los diferentes pisos de la edificación; los ramales son tuberías que salen de la columna alimentadora y que abastecen los grupos de aparatos de consumo y los subramales, son pequeños tramos de tubería que conectan los ramales a los aparatos de consumo en esterilización y su diámetro debe estar de acuerdo con la exigencia del equipo.

Sobre el sub ramal de alimentación del agua al esterilizador debe ser instalada la válvula de paso, un contador, manómetro de presión, esto para cada equipo.

El agua potable ingresa a los esterilizadores a una temperatura de 25° C y un ph de 7.5, con una presión no inferior a  $3E+05$  N/m<sup>2</sup>, el sub ramal de la tubería debe ser en cobre utilizando un diámetro de  $1.27E-02$  metros ( $\frac{1}{2}$ ""); en todo el trayecto la tubería utiliza juntas flexibles cada 40 metros lineales de tipo fuelle, para evitar que el golpe de ariete rompa la tubería en los distintos sectores. El agua en los esterilizadores a vapor central es empleada para condensar el vapor que se extrae de la cámara, a través de la bomba de vacío y en el de vapor central/autogenerado, además de lo anterior, alimenta el calderín para la generación de vapor.

### **4.1.2.3 Descarga de condensado**

Se realiza a través de tubería de hierro negro cédula 40 y 1.27 E-02 metros (½”), el condensado que se forma en las líneas de alimentación debe ser eliminado de ellas para evitar la posibilidad de que se presente el golpe de ariete, es el impacto causado por la súbita parada de una porción de condensado que se está moviendo rápidamente y el objetivo es no disminuir la eficiencia térmica del equipo, en la figura No. 13 y 36 muestran el detalle en los incisos a, b, c, de lo que puede causar si no se drena una vez por día rotando el botón de drenado.

#### **a) Condensación de vapor en el interior de la tubería**

La condensación del vapor acumulado en el interior de la precámara de los esterilizadores de un día para otro, es debido a que en el H.G.A. las calderas solo funcionan durante la jornada diurna; al bajar la temperatura del vapor, no importando que el equipo se encuentre debidamente enchaquetado, durante la noche se inicia la condensación.

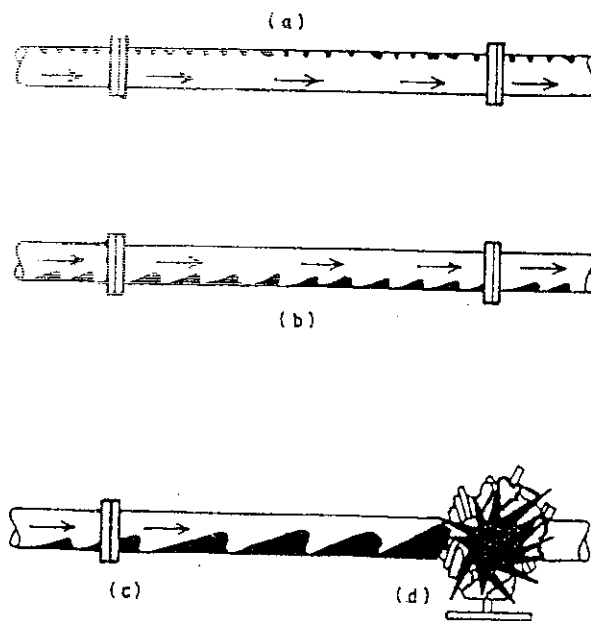
#### **b) Arrastre de condensado**

Al iniciar labores en la Central de Equipo si el operador no drena la precámara del esterilizador, al iniciar su funcionamiento el vapor arrastra el condensado a través de la cámara, sensores de temperatura, sensores de presión, accesorios de la tubería y válvulas neumáticas.

### c) Rompimiento de la tubería

Debido a que la precámara y cámara del esterilizador están diseñadas para soportar altas presiones y cuando se presenta el golpe de ariete por el arrastramiento de condensado, estas no sufren daño alguno pero los accesorios de la tubería, válvulas y sensores si se deterioran llegando al rompimiento por las altas presiones que se generán.

**Figura No. 13 Daños ocasionados al equipo por no drenar la precámara del esterilizador**



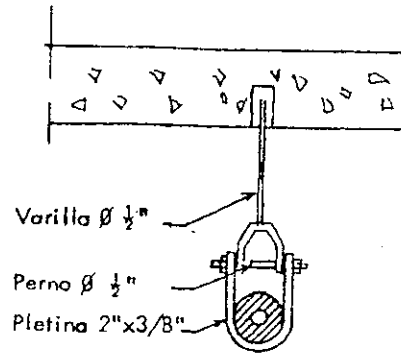
#### 4.1.2.4 Suministro de vapor

Desde el momento que la caldera adquiere la presión de trabajo, se abre lentamente la válvula de salida de vapor para conectar la caldera con la red de distribución y el vapor empieza a ser distribuido a la Central de Equipos y demás puntos de utilización en el H.G.A.

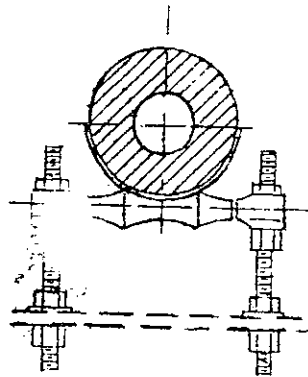
El calentamiento de la tubería por el vapor, produce considerables dilataciones con enormes esfuerzos de tracción y compresión que interesa prevenir, por lo que deben instalarse las tuberías sobre soportes colocados cada 3 metros, que permitan el desplazamiento de las mismas, intercalándose además a intervalos de 40 metros las juntas de expansión y contracción de tipo fuelle reforzados con manguito exterior, que como su nombre lo indica absorbe la dilatación de la tubería por su capacidad de expandirse o contraerse (ver figura 14 y 15).

El ramal de vapor que llega al esterilizador a partir de la estación reguladora de presión lo hace a través de una tubería de hierro negro cédula 40 y diámetro de  $1.9E-02$  metros ( $\frac{3}{4}$ " ), con dos manos de pintura anticorrosiva forradas de cañuelas prefabricadas de fibra de vidrio de  $2.5E-02$  metros y en las tuberías localizadas a nivel del piso el aislamiento de cañuelas de fibra de vidrio está protegida con una camisa de aluminio remachada y sellada con sikaflex o similar, es de saber que las tuberías de acero (hierro negro) estandar deberán cumplir con las normas ASTM-A-120-69, las válvulas utilizadas son con cuerpo de bronce y extremos roscados, vástago desplazable debiendo resistir  $8.62E+05$  N/m<sup>2</sup>.

**Figura No. 14 Tipos de soporte utilizados en los ramales de tubería de agua, vapor y condensado**



Soporte para tubería del tipo de estribo móvil con tornillo de graduación.



Soporte para tubería del tipo de rodillo con tornillos de graduación.



**Figura No. 15 Junta tipo fuelle**



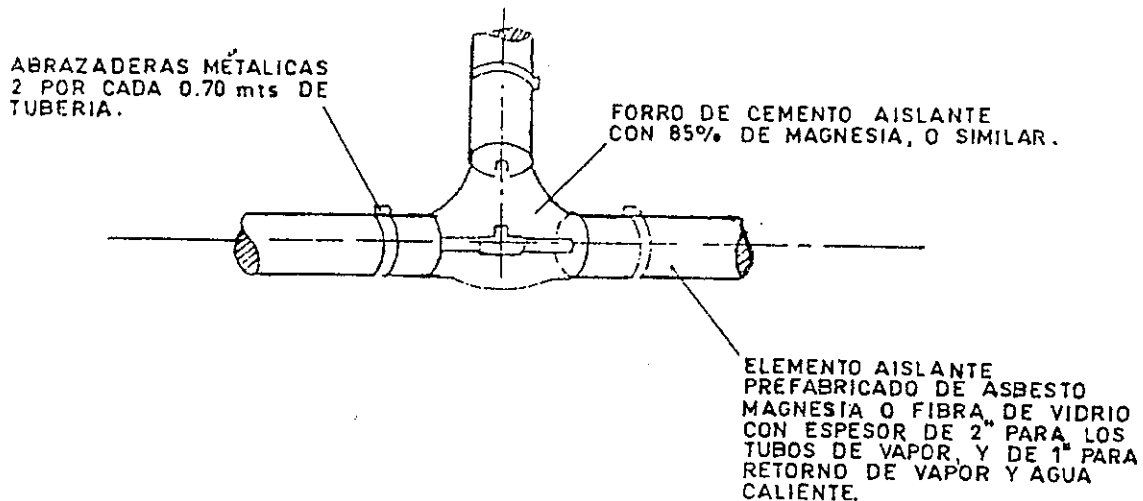
#### 4.1.2.5 Retorno de condensado

Una vez que el vapor ha suministrado su energía calorífica en cualquiera de los diversos equipos ya mencionados, pasa al estado líquido, conociéndose con el nombre de condensado.

Este condensado debe volver a la caldera ya que contiene valiosas calorías y además es superior al agua cruda que de otro modo tendría que ser utilizada para alimentar la caldera, después de un tratamiento costoso; para este fin se utiliza la llamada tubería de retorno que conduce el condensado hasta el tanque de agua de alimentación de la caldera y deberá tener una pendiente mínima del 1 % en la dirección del flujo y para reducir al mínimo las pérdidas de calor, se cubren las tuberías con un material aislante (mal conductor del calor), compuesto generalmente de fibra de vidrio, asbestos, magnesia y otros materiales, ver la figura 16.

Figura No. 16

#### Aislamiento de tuberías



#### **4.1.2.6 Trampas de vapor**

Es el dispositivo adecuado para lograr la eliminación del condensado en forma automática con pérdidas mínimas o nulas de vapor, la localización de trampas de vapor como criterio general en el ramal es el siguiente:

- En las líneas generales de vapor, aproximadamente a cada 30 ó 40 metros y en los extremos de ellas.
- En los extremos de los ramales de vapor cuando exceden de 10 metros.
- En todos los puntos donde la línea de vapor cambie de horizontal hacia arriba, por pequeño que sea este cambio de dirección.
- En todos los equipos con circuito cerrado, como es el caso de los esterilizadores.

Las trampas de vapor deben colocarse debajo del equipo o de la tubería que se quiere drenar, para permitir el flujo de condensado por gravedad a la trampa, debiéndose colocar cerca del equipo de esterilización.

Las tuberías de entrada y salida de las trampas deben ser de las dimensiones de las conexiones de las trampas.

En la tabla VI se describe el principio de funcionamiento, ventajas y limitaciones de las trampas de condensado.

**Tabla VI Trampas de vapor utilizadas en la Central de Equipos del Hospital General de Accidentes**

<b>Principio de funcionamiento:</b>	<b>Ventajas:</b>	<b>Limitaciones:</b>
<p><b>Trampa Termodinámica:</b> El condensado y el aire levantan el disco y fluyen libremente, el vapor en cambio aumenta la velocidad debajo del disco produciendo un vacío que lo cierra de golpe y cuando el vapor se enfría el disco se abre nuevamente para descargar el condensado.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resistente a golpes de ariete</li> <li>2. Resistente a corrosión.</li> <li>3. Opera a diferentes presiones y cargas.</li> <li>4. Compacta y liviana.</li> <li>5. Una sola pieza movable.</li> <li>6. Responden a cargas variables.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No son apropiadas para presiones debajo de 10 lbs/pul<sup>2</sup>.</li> <li>2. No se recomiendan para presiones bajas con válvulas de control de temperatura.</li> <li>3. Algunos modelos están limitados a contrapresiones de 50% de la presión de entrada.</li> </ol>
<p><b>Trampa Termostática de Presión Equilibrada:</b> Cuando llega vapor a la trampa, el elemento se expande y cierra la trampa. Cuando el condensado que rodea el elemento, se enfría aproximadamente de 10 a 30°C bajo la temperatura de vapor, la trampa se abre y descarga.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gran capacidad de purga de aire.</li> <li>2. Auto regulable.</li> <li>3. Gran capacidad de descarga con pequeña dimensión.</li> <li>4. La misma dimensión de válvula sirve para todas las presiones dentro de la gama de operación.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No son apropiadas para vapor recalentado.</li> <li>2. Resistencia limitada al golpe de ariete.</li> <li>3. No son apropiadas para usos en el que el condensado debe ser retirado a medida que se vaya formando.</li> </ol>

#### **4.1.2.7 Selección de estación reguladora de presión de vapor**

En el caso de esterilizadores a vapor y destiladores de agua, requieren  $5.2 \text{ N/m}^2$  ( $75 \text{ lbs/pulg}^2$ ) en líneas de alimentación, distribución general de vapor y si el equipo que usan se encuentra lejos de la Casa de Máquinas, las líneas de distribución se deberán proyectar a  $8.6 \text{ N/m}^2$  ( $125 \text{ lbs/pulg}^2$ ), colocando una estación reductora de presión en la zona del o de los equipos considerados y las líneas de alimentación a los equipos que parten de la reductora de presión se proyectarán con vapor de  $5.2 \text{ N/m}^2$  ( $75 \text{ lbs/pulg}^2$ ). Los esterilizadores de la Central de Esterilización, poseen bomba de vacío, en los cuales la remoción del aire se efectúa por medios mecánicos, el tiempo de esterilización a gasto máximo es de solamente unos 4 ó 5 minutos, el ciclo total es de 20 a 25 minutos y ya que se tienen exclusivamente esterilizadores de este tipo, se recomienda el arreglo típico con dos válvulas termodinámicas reductoras de presión ideales por tratarse de gasto de vapor muy variable, conformada por los siguientes elementos:

- Línea sensora de presión pendiente hacia abajo con acuastato.
- Válvula de compuerta (globo, mariposa).
- Válvula de seguridad con descarga a drenaje.
- Unión universal.
- Manómetro.
- Válvula reductora de presión.
- Filtro con válvula de bola.
- Válvula de cheque.
- Visor.
- Trampa termodinámica.

La válvula reductora de presión es la más importante en la estación ya que está instalada en la línea de entrada de vapor, siendo la última que atraviesa el vapor antes de entrar al esterilizador, su función es mantener una presión determinada en el equipo, aunque existan fluctuaciones en la presión de la línea central de vapor de alimentación.

La válvula consta básicamente de una cubierta, un resorte, un sello con fuelle, un asiento, una palanca reguladora de la presión del resorte y un diafragma, funcionando de la siguiente forma:

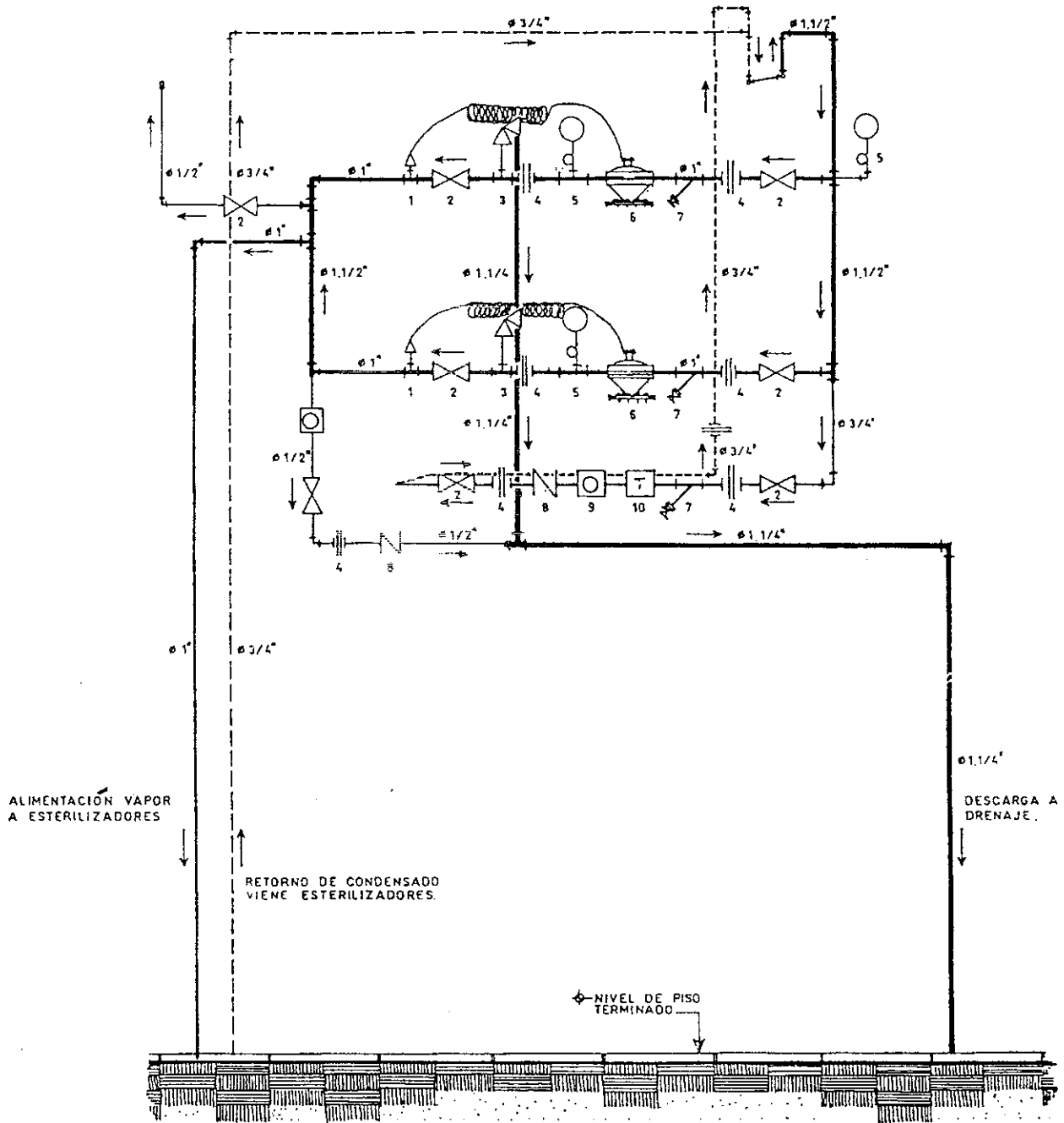
El vapor pasa por la válvula aumentando la presión en la precámara del esterilizador, lo que se refleja a la salida de la válvula.

Este incremento de presión se transmite al diafragma conforme aumenta la presión de la precámara, el diafragma ejerce una mayor presión contra el resorte, comprimiéndolo.

En este proceso de compresión el diafragma empuja el fuelle hacia abajo, lo cual mediante el vástago, produce el cierre de la entrada de vapor, la presión de cierre puede ser ajustada por medio de la horquilla en la que se asienta el resorte o mediante la posición del diafragma.

En la figura No. 17 se muestra el detalle de la estación reguladora de presión para el equipo de esterilización del H.G.A.

**Figura No. 17 Detalle de la estación reguladora de presión**

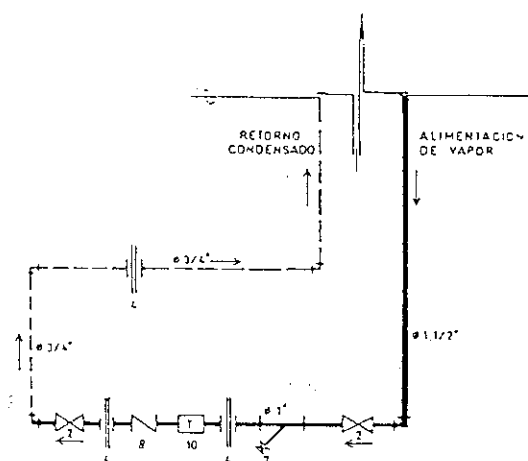


### 4.1.2.8 Trampa final de línea

Se utiliza para eliminar el condensado existente en los finales de línea, el detalle típico se presenta en la figura No. 18 y está compuesta de:

- Válvula de compuerta (globo, mariposa).
- Unión universal.
- Filtro con válvula de bola.
- Unión universal.
- Trampa termodinámica.
- Visor.
- Válvula de cheque.
- Unión universal.
- Válvula de compuerta (globo, mariposa).

**Figura No. 18** Detalle típico de una trampa final de línea





#### **4.1.2.9 Descarga libre de vapor y condensado al drenaje indirecto**

En tubería de hierro negro, cédula 40 y diámetro de 5E-02 metros, con drenaje indirecto para evitar un taponamiento o inversión del sentido de la corriente de desagüe, ocasionando contaminaciones en áreas de cocina, así como de equipo médico y quirúrgico, cuenta con cajas de registro con un acoplamiento roscado tipo Y de 45°, utilizado en la limpieza de la tubería y se mantiene en una vía con tapón roscado.

En base a información proporcionada por el Ministerio de Salud Pública, no debe existir un desfogue de vapor y condensado en la caja de registro pues ocasiona el deterioro de la misma por ser de material refractario (ladrillo) y cemento gris, siendo éste uno de los problemas que presenta la instalación actual.

Debiendo ser construidas según lo previsto en los planos de diseño de la instalación, una pendiente de al menos 1 %, un pequeño pozo o sifón de 30 a 40 litros al final de la tubería y ventilación para permitir el escape de los vapores que se evacúan.

#### **4.1.2.10 Descarga libre de válvulas de seguridad**

En tubería de hierro negro, cédula 40 y 5E-02 metros de diámetro, con salida directa a la atmósfera ubicada al aire libre para evitar quemaduras al personal técnico u operativo, es importante que se instale para esterilizadores a vapor central y a vapor autogenerado.

#### **4.1.2.11 Caja unificadora de drenaje indirecto para descarga a drenaje principal**

Esta es utilizada como unificación del condensado y vapor de las tuberías del drenaje que van conectadas a las cajas de registro de los esterilizadores y destilador de agua, realizadas de concreto con respiradero a la atmósfera a través de una rejilla metálica, la caja es de 0.5 metros cuadrados y 1.00 metro de profundidad, la que descarga en el drenaje principal en tubería de concreto de 2 E-01 metros (8") de diámetro, evitando contaminación en los servicios cercanos por mal olor y emanación de vapor.

#### **4.1.2.12 Componentes de los esterilizadores**

Como se estableció en el capítulo II, existe una gran variedad de esterilizadores, lo cual dificulta grandemente la descripción de todas las piezas que los componen, por lo que se describen las partes más relevantes:

##### **a) Cuerpo del esterilizador**

Está construido para soportar las presiones y temperaturas de trabajo y la corrosión provocada por el condensado, por lo que hay que tener en cuenta que toda soldadura o adaptación de piezas que se realice no se deben hacer con partes débiles.

El cuerpo en su totalidad, debe proveer un ambiente hermético que impida los escapes de vapor, así también deberá estar aislado térmicamente para minimizar la radiación de calor al ambiente circundante.

Entre las partes del cuerpo del esterilizador, la puerta merece particular atención debido a que en el funcionamiento es la parte más susceptible del equipo, las puertas con que cuentan los esterilizadores de la central de equipos del H.G.A. funcionan automáticamente de forma deslizante, con un sistema de seguridad que impide que la misma se abra mientras exista presión en el interior de la cámara. La función de la hermeticidad se realiza mediante empaques de neopreno resistente a altas temperaturas, el cual no debe presentar grietas o pérdida de su compresibilidad; cuando ocurra esto se debe sustituir.

El interior de la cámara deberá mantenerse limpio, al igual que el filtro de drenaje.

#### **b) Puerta de los esterilizadores**

Estas trabajan bajo presión mayor que la atmosférica  $5.2E+05 \text{ N/m}^2$  (75.4 psig), su estado y funcionamiento debe ser perfecto en todo momento, si la puerta es de  $6.3 \text{ E-01}$  de ancho x 1.27 metros de alto y  $5 \text{ E-02}$  metros de espesor, soporta una fuerza contra la presión de vapor de 3 toneladas cargando sobre la misma y si se tienen escapes de vapor, difícilmente se logrará la presión necesaria para llegar a los  $121^\circ \text{ C}$  a los cuales normalmente se esteriliza el material quirúrgico, es de considerar que al haber fugas se pierde calor y puede ser peligroso para las personas que la utilizan.

#### **c) Aislamientos térmicos**

El funcionamiento del equipo origina grandes desprendimientos de calor que elevan la temperatura del medio ambiente que lo rodea, originando molestias en el personal que lo maneja y alteraciones en el funcionamiento de otros aparatos

instalados en el mismo recinto; para evitar esto, se protege el equipo con un aislamiento térmico que consiste en forrar las partes necesarias con asbesto o fibra de vidrio, que es lo más económico, evitando el desprendimiento de calor que origina pérdidas en la temperatura del equipo.

La fibra de vidrio se puede encontrar en diferentes medidas y tamaños pudiendo utilizarla en tubería (cañería), planchas para aislamiento de superficie planas, cubriéndolas con papel aluminio y colocándole abrazadera o amarre para su fijación.

#### **d) Panel eléctrico de control**

Por medio de un transformador se logra el incremento de voltaje que alimenta cada uno de los tableros de los esterilizadores a 480 voltios y en el tablero fue necesaria la remodelación de las bobinas para trabajar con una frecuencia de 60 hertz, en el mismo se encuentran transformadores de 440 voltios del cual se derivan voltajes de 24 y 12 voltios, para los diferentes sistemas de apertura de puerta, anclaje de puerta, señales a electroválvulas, bomba de vacío y calderín en el esterelizador eléctrico/vapor.

#### **e) Válvula principal de vapor**

Es una llave de paso de vapor, tipo globo, que se utiliza para controlar el acceso del fluido al esterilizador, permitiendo la interrupción completa del paso de vapor al realizar cualquier trabajo de mantenimiento que lo requiera, su construcción debe ser tal, que soporte las presiones de  $5.2E+05 \text{ N/m}^2$  (75.4 psig) y temperaturas de  $150^\circ \text{ C}$  de trabajo.

#### **f) Filtro de entrada de vapor**

El vapor debe ser filtrado antes de entrar al esterilizador, por lo que el filtro retiene las partículas de material sólido que vienen suspendidas en el vapor, impidiendo que pasen por los asientos de válvulas, reguladores y trampas.

#### **g) Trampa termostática**

Es el tipo de trampa de vapor más utilizado en los esterilizadores, cuya función es descargar el aire, el condensado de la cámara y de la precámara, según la línea donde esté conectada, impidiendo la salida de vapor.

Consta de un cuerpo principal con asiento interior donde sella la aguja que impulsa al fuelle termostático, el cual es parte integral de la tapa de la válvula, cuando la trampa está fría, el fuelle se contrae y permite la salida tanto del condensado como del aire, a través del asiento interior situado en la parte inferior del cuerpo de la trampa, sin embargo, cuando el vapor choca con el elemento termostático, lo calienta y por esa razón el mismo tiende a expandirse gradualmente, empujando la aguja hacia el asiento hasta sellar la salida, impidiendo con ello el escape del vapor.

#### **h) Válvula de cheque**

Utilizada para permitir el flujo de vapor en una sola dirección, cuando el flujo va en dirección contraria, ella se cierra impidiendo el paso, los mecanismos que hay para implementar esta función son de resorte y de vaivén o campana.

La tipo campana consta de un cuerpo principal con asiento interior donde descarga el mecanismo de cierre, este mecanismo está constituido por una campana con un empaque, sujeta a un eje de giro que permite el movimiento de vaivén, cuando el fluido va en sentido del flujo, la presión hace girar la campana, permitiendo el paso; en caso contrario, la campana se sella contra el asiento impidiéndolo.

Para su funcionamiento adecuado la válvula debe ser conectada en posición horizontal, con la tapa de acceso hacia arriba, de esta forma se evita que cualquier inclinación haga que la campana no asiente bien.

### **i) Válvula de seguridad**

Esta válvula cumple la función de proteger al equipo contra sobrepresiones en la precámara, fenómeno que puede presentarse en caso de fallas en el regulador de presión de entrada de vapor, consta básicamente de resorte, palanca de acción manual, asiento, disco y mecanismos de graduación.

Si la presión dentro de la precámara excede a la ejercida por el resorte, la válvula se abrirá permitiendo el escape del vapor a la atmósfera, lo cual reduce la presión interna.

Las válvulas de seguridad suelen presentarse como unidades selladas que nunca deben ser reparadas ni ajustadas, para garantizar esta condición, los fabricantes acostumbran colocarles un sello de plomo que no se debe romper, ya que una vez roto indica que la válvula ya ha sido reparada. Cuando se detecta alguna falla de funcionamiento, la válvula debe ser sustituida inmediatamente por otra de características similares.

#### **j) Válvula de entrada de aire**

Esta válvula tiene la función de admitir el aire requerido para el proceso de secado, sin dejar escapar el vapor; por lo tanto, es una modificación de la válvula de retención, que consta de un filtro de aire con retén bacteriológico, balín y un asiento. Si hay presión dentro de la cámara, ésta empuja al balín contra el asiento, sellando la salida de vapor; cuando hay vacío en la cámara, el balín es separado del asiento, permitiendo la entrada del aire.

#### **k) Válvula múltiple**

La válvula múltiple es un dispositivo diseñado para cumplir las funciones de varias válvulas en una sola unidad. La válvula basa su control en función de la posición relativa entre el cuerpo principal y el asiento móvil, el vástago por su parte, permite mover el asiento desde el exterior, la función del resorte es permitir un sello hermético entre el asiento y el cuerpo principal, la válvula también incluye el eyector tipo Venturi, el cual es necesario para efectuar el vacío requerido para el proceso de secado.

#### **l) Válvula electromagnética**

Conocidas como válvulas selenoide, son llaves de paso que permiten controlar su acción de abrir y cerrar mediante señales eléctricas, las señales eléctricas de control pueden generarse en puntos remotos, estos dispositivos son esenciales para el funcionamiento automático de los esterilizadores.

La parte mecánica es básicamente similar a una llave de paso, conteniendo un cuerpo principal, vástago y asiento; la parte eléctrica está representada por una bobina ubicada en la parte superior de la carcasa de la válvula.

Al aplicarse voltaje a la bobina, se genera un campo electromagnético que provoca el movimiento de un émbolo ubicado en el espacio interior del núcleo de la bobina, de esta forma, el mencionado émbolo obtura el paso del fluido al sellarse contra el asiento de la válvula, cuando la bobina pierde energía, el émbolo vuelve a su posición de reposo por medio de un mecanismo de retracción, en esta posición, la válvula queda abierta permitiendo el paso del fluido.

Al seleccionar una válvula electromagnética, se deben considerar parámetros eléctricos y mecánicos, tal como se presenta a continuación:

- Parámetros eléctricos:

- Voltaje 110/220 VAC.

- Ciclaje 50/60 hertz.

- Parámetros mecánicos:

- Presión de trabajo.

- Diámetro de la conexión.

- Tipo de fluido agua, vapor.



### **m) Eyector**

Utilizado para crear presiones subatmosféricas dentro de la cámara, consta básicamente de una boquilla, cámara de vacío, línea de escape y una línea de admisión.

El funcionamiento del dispositivo está basado en el efecto Venturi, por lo cual también se le conoce por ese nombre, al pasar por la boquilla el flujo se acelera disminuyendo su presión, este fenómeno arrastra el contenido de los espacios de mayor presión, en este caso, la cámara.

### **n) Manómetro**

Este es utilizado para medir la presión relativa dentro de un recinto o recipiente, en este caso, el cuerpo del esterilizador, los utilizados por estos equipos son los de tipo Bourdon, el que consiste en un tubo aplanado y doblado en forma de semicircunferencia, un extremo del tubo se conecta en paralelo con punto cuya presión se ha de medir, el otro extremo acciona la aguja por medio de un mecanismo de enlace basado en engranajes y espirales, la presión en el punto de medición tiende a enderezar el tubo, lo cual provoca el movimiento de la aguja.

Los manómetros utilizados en esterilizadores suelen emplear una escala doble, una parte señala presión y la otra temperatura, los esterilizadores incluyen un mecanismo para crear vacío en el interior de la cámara; en estos dos casos la presión será positiva o negativa a intervalos y se mide con otro dispositivo denominado manovacúmetro.

## **ñ) Termómetro**

Los esterilizadores incluyen un termómetro para monitorear la temperatura de la cámara, generalmente se emplean termómetros de carátula, constan de un cuerpo principal, carátula graduada y elemento bimetálico el cual es el corazón del dispositivo; al contacto con el calor el elemento se expandirá, produciendo un movimiento proporcional en la aguja.

## **o) Contactores y relés**

Estos dispositivos constituyen otro de los factores primordiales que permiten el control remoto de cierta función de los equipos de esterilización.

Constan de uno o varios conjuntos de contacto y un mecanismo de control de posición, un relé se caracteriza por el número de conjunto de contactos que posee; si cuenta con un solo, se le denomina de polo simple, indentificándosele con las letras SPTD ( polo simple tiro doble), si cuenta con dos, se le denomina de polo doble, indentificándosele con las letras DPTD (polo doble tiro doble) y así sucesivamente.

El conjunto básico de contactos está formado por tres piezas independientes; la función del relé es controlar la posición de una de ellas, denominada común, de tal manera que permanezca en contacto con una y solamente una de las otras dos, los extremos interiores de cada pieza, aquellos ubicados dentro del dispositivo, están diseñados de tal forma que permitan la conmutación de la conexión, los puntos de contacto, denominados platinos, se construyen de aleaciones metálicas especiales, capaces de resistir los escalones de corriente que se producen al efectuarse el contacto inicial, así como la elevación brusca de la temperatura que ese fenómeno conlleva;

por su parte, los extremos interiores de las piezas permiten la conexión de los conductores cuya señalización se pretende controlar.

Resumiendo, el relé sólo debe permitir dos posiciones estables, el mecanismo para controlarlas está formado por una bobina y un sistema de retracción basado en resortes, cuyas acciones se contraponen cuando se aplica una señal eléctrica apropiada a los extremos de la bobina, se genera un campo electromagnético que provoca el movimiento de la pieza común hasta lograr el contacto en la posición energizado, conexión entre los puntos 3 y 1 cuando se retira la señal eléctrica, prevalece la acción del sistema de retracción, lo cual provoca el movimiento de la pieza común hasta la posición de reposo, conexión entre los puntos 2 y 1. Por lo tanto el control de la posición se determina por la presencia o ausencia de la señal apropiada en la bobina del dispositivo.

La señal de un relé requiere de factores que se deben considerar, tales como:

- Voltaje de la bobina.
- Número de polos.
- Disposición de los conectores.
- Corriente a controlar.
- Temperatura a controlar.

Por lo que cuando se sustituya un relé, es preferible hacerlo con un repuesto original.

Todos los conceptos emitidos sobre los relé son aplicables a los contactores, cuya aplicación fundamental es el control de dispositivos de alto consumo de corriente, tales como las resistencias de los generadores eléctricos de vapor.

### **4.1.3 Montaje del destilador de agua a vapor central**

Debido a que es un equipo compacto, modelo 10 GPH, por su capacidad de producción de 40 litros de agua destilada por hora, conformado de tres componentes que son:

- Evaporador.
- Condensador.
- Tanque de almacenamiento diario.

#### **4.1.3.1 Evaporador**

Contiene el elemento calentador que sirve para producir la evaporación del agua en un rango de 98 a 100° C, a través de la circulación de vapor dentro del serpentín, logrando la eliminación de los contaminantes por precipitación.

El evaporador cuenta con un termómetro, tubo visor, válvula de descarga o de drenado de sarro, válvula de condensado, válvula de seguridad y malla de acero inoxidable.

### **4.1.3.2 Condensador**

Es un elemento economizador de energía, que utiliza agua potable dulcificada a temperatura de 25° C ambiente y que a través de la conducción de calor condensa el vapor de agua que proviene del evaporador, al mismo tiempo gana temperatura para ingresar por medio del aireador al evaporador.

### **4.1.3.3 Tanque de diario**

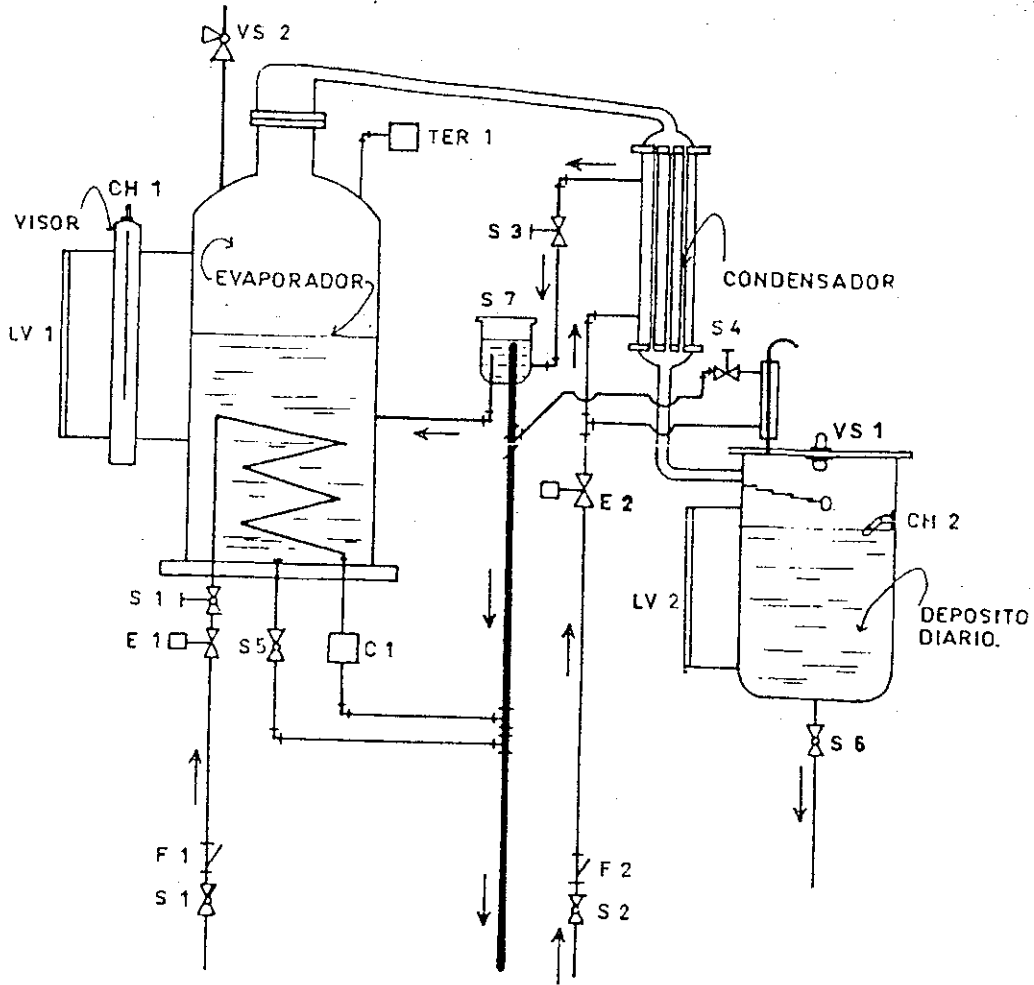
Este depósito mantiene a disposición de la central de equipos el agua destilada a través de la válvula colocada en el fondo del equipo, el cual está dotado de un flote que bloquea la producción de agua destilada cuando este alcanza los 2/3 de la capacidad del mismo manteniendo el ciclo de producción.

El tanque dotado de un dispositivo de aire para eliminar los gases incondensables, a través de un condensador a pequeña escala controlado por la válvula, asimismo de una lámpara ultravioleta que elimina bacterias y un tubo visor para indicar el nivel de agua.

Este equipo viene compacto dentro de una consola de acero inoxidable, la que es desmontable permitiendo el acceso a todos los accesorios internos para su mantenimiento e inspección constante.

En la figura No. 19, se muestra el esquema interno de un destilador de agua y componentes del modelo de 10 GPH, a vapor central con que cuenta el H.G.A.

**Figura No. 19 Esquema de un destilador de agua**



**Agua destilada**

**Vapor**

**Drenaje**

**Agua potable**

#### 4.1.3.4 Instalación del destilador de agua

El destilador de agua a vapor central, utiliza vapor procedente de la Casa de Máquinas y que a través de la estación reguladora recibe una presión de  $5.2 \text{ N/m}^2$  ( $75.4 \text{ lbs/pulg}^2$ ) de vapor saturado y es en el evaporador donde se produce la ebullición del agua dulcificada que ingresa al condensador a una temperatura de  $25^\circ \text{ C}$ , pero debido a la transferencia de calor que le cede el vapor gana calorías ingresando a través del flote al evaporador, por lo que se hace necesaria la descripción de cada uno de los elementos que intervienen para la realización del ciclo de la destilación de agua.

En la tabla VII se presenta la simbología de cada uno de los elementos del esquema del destilador de agua a vapor central.

**Tabla VII**

**Simbología del destilador de agua a vapor central**

<b>Elemento</b>	<b>Simbología</b>	<b>Medidas</b>
<b>S1</b>	<b>Llave de intercepción de vapor</b>	<b>½" (globo)</b>
<b>F1</b>	<b>Filtro de entrada de vapor</b>	<b>½" (latón)</b>
<b>E1</b>	<b>Eléctroválvula de calentamiento</b>	<b>½"</b>
<b>S7</b>	<b>Llave de regulación de vapor calentado</b>	<b>½" (globo)</b>
<b>C1</b>	<b>Descarga de condensación del serpentín al drenaje</b>	<b>½"</b>
<b>S5</b>	<b>Llave de descarga del hervidor al drenaje</b>	<b>½" (globo)</b>
<b>Lv1</b>	<b>Nivel visible del condensador</b>	<b>tubo de 4mm</b>

<b>Elemento</b>	<b>Simbología</b>	<b>Medidas</b>
<b>Ch1</b>	<b>Sonda de nivel mínimo en color rojo</b>	<b>tubo pyrex</b>
<b>Vs1</b>	<b>Válvula de seguridad del evaporador</b>	<b>1½"</b> <b>5E+05N/m²</b>
<b>Ter1</b>	<b>Termómetro del evaporador</b>	<b>0 a 150 °C</b>
<b>S3</b>	<b>Llave de regulación de agua de condensación</b>	<b>½"(compuerta)</b>
<b>E2</b>	<b>Eléctroválvula de ingreso de agua a condensadores</b>	<b>½"</b>
<b>F2</b>	<b>Filtro de entrada de agua</b>	<b>½" (latón)</b>
<b>S2</b>	<b>Llave de intercepción de agua</b>	<b>½" (globo)</b>
<b>S4</b>	<b>Llave de regulación de agua fría gas</b>	<b>½" (globo)</b>
<b>Uv</b>	<b>Lámpara germicida</b>	<b>Phillips 6W tubular</b>
<b>Ch2</b>	<b>Nivel máximo del tanque de diario</b>	
<b>Lv2</b>	<b>Nivel visible del tanque de diario</b>	<b>tubo de 4mm</b>
<b>S6</b>	<b>Llave de suministro de H<sub>2</sub>O destilada</b>	<b>½" (globo)</b>

### **a) Suministro de agua**

El agua de alimentación debe ser dulcificada ya que mientras más dulce sea el agua, menos frecuentes serán las inspecciones del evaporador y mejor su rendimiento, a temperatura ambiente de 25° C, en tubería de cobre de 1.27 E-02 metros (½") de diámetro, con unión universal y válvula de compuerta (globo, mariposa).



### **b) Suministro de vapor**

La línea de vapor proveniente de la trampa de gasto variable de los esterilizadores alimenta el evaporador a una presión de  $5.2E+05 \text{ N/m}^2$  (75.4 psig), a través de las válvulas E1 y S7.

### **c) Retorno de condensado**

Sabiendo que en principio la destilación utiliza 8 galones de agua potable para producir 1 galón de agua destilada es importante retornar el condensado hacia el tanque de diario de la caldera, en tubería de  $1.9 \text{ E-}02$  metros ( $\frac{3}{4}$ " de diámetro debidamente enchaquetada.

### **d) Tubería de drenaje**

El agua que se tira al drenaje únicamente es a través de la válvula del condensador S5, ya que ésta permite el drenado de contaminantes, sarro, en tubería de hierro negro, cédula 40 de  $3.17E-02$  metros ( $\frac{1}{2}$ " de diámetro.

### **e) Instalación eléctrica**

La instalación eléctrica es de 120/208 voltios monofásica, la que alimenta las electroválvulas, lámparas germicidas y flotes.

**f) Estructura de base**

Su estructura es de angular de 5E-02 metros (2”), de 1 metro de ancho x 0.64 metros de fondo x 1 metro de alto, empotrada a la pared para evitar accidentes.

**g) Área de ubicación**

Actualmente se ubica en el área de esterilizadores a vapor y ocupa 1 metro de fondo por 1.5 metros de ancho por 2.38 metros de altura. Es indispensable que no exista contaminación en el ambiente de ubicación ya que la válvula de fondo S6 está expuesta al mismo, llegando a contaminar el depósito de diario.

## **5. PROCEDIMIENTO GENERAL DE ESTERILIZACIÓN Y DESTILACIÓN DE AGUA EN LA CENTRAL DE EQUIPOS**

El servicio de Central de Esterilización o Central de Equipos tiene como tarea principal el control de la contaminación microbiológica en el H.G.A. siendo la asepsia del instrumental una de las más importantes responsabilidades del personal que trabaja en este servicio, comenzando en el momento de su llegada al lugar de procesamiento se debe manipular en un ambiente especialmente asignado para esa función, hasta completar su preparación para la esterilización propiamente dicha; cuando ésta concluye, el objeto vuelve a ser manipulado y almacenado hasta que se entrega al usuario final.

La Central de Equipos es la encargada de la destilación de agua para los servicios varios, siendo la responsable de certificar la calidad del agua, así como la correcta distribución.

Un equipo apropiado y en perfecto estado de funcionamiento, es un eslabón importantísimo en la cadena de actividades que constituyen el proceso de esterilización, por lo que el nivel de asepsia requerido por la práctica médica actual requiere de un servicio técnico de mantenimiento familiarizado con el procedimiento establecido en el H.G.A. entendiéndolo sus funciones y que actúe en función de ellas.

## 5.1 Como preparar la carga de material quirúrgico a esterilizar

La tabla VIII general de procedimiento nos presenta un bosquejo de las tareas a cumplir en la fase del proceso de esterilización, cada actividad deberá ejecutarse según normas muy exigentes para garantizar el resultado final.

Las dimensiones máximas de los paquetes no deberán exceder un volumen de 0.30 x 0.30 x 0.50 metros y su peso máximo no debe sobrepasar los 5.44 kilogramos, la envoltura debe quedar floja e ir dispuestos de manera que permitan una libre circulación del vapor en el centro de los mismos.

**Tabla VIII**                      **Proceso de esterilización**

<b>Actividad a realizar:</b>	<b>Procedimiento a seguir:</b>	<b>Servicio y método de aplicación</b>
1. Tarea preliminar	Recepción de objetos según kardex o envío.	Servicios varios Quirófanos
2. Asignación del área de trabajo	Según sea el área de procedencia	Servicios varios Quirófanos
3. Tarea de tratamiento de la carga	Empaque, lavado, secado y empaque  Selección del método apropiado	Servicios varios Quirófanos A gas A vapor

### 5.1.1 Tarea preliminar

Todo equipo, instrumental y material quirúrgico utilizado en el H.G.A. propio o arrendado es esterilizado en la Central de Equipos; los de servicios varios reciben un tratamiento aislado a los de las 15 salas de quirófanos.

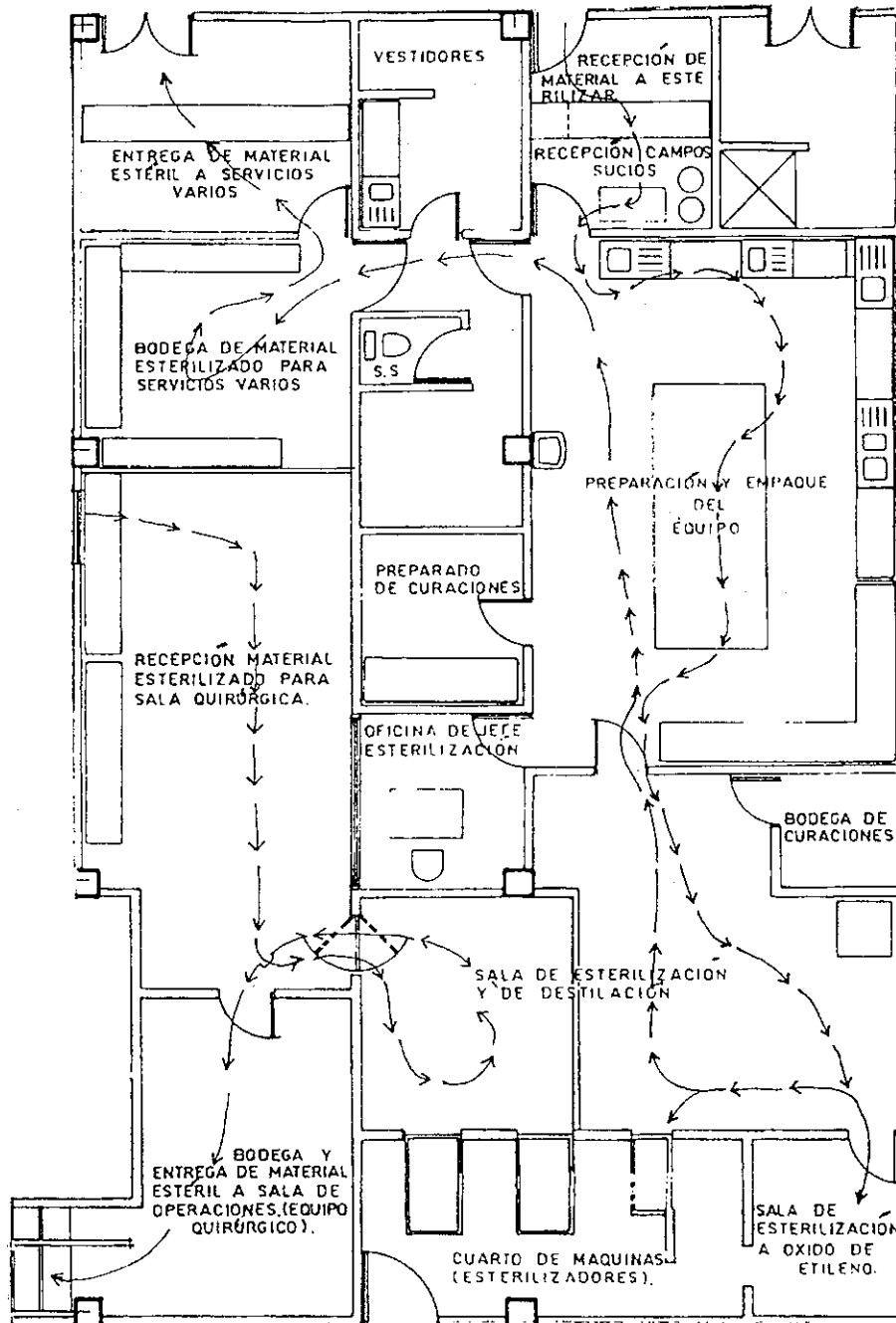
El equipo a esterilizar en general es entregado por medio de vale según listado de kardex de inventario y según los pacientes lo requieran por su tratamiento médico, si el H.G.A. no cuenta con éste se arrenda a casas médicas y es la Central de Equipos quien lo recibe a través de vales de envío y lo esteriliza antes de entregarlo a los servicio o salas de quirófanos.

### 5.1.2 Asignación al área de tratamiento

Para esterilizar el material quirúrgico y equipo médico, se hará según su procedencia ya sea del área de servicios varios o de salas de quirófanos; el personal de la Central de Equipos trabaja por separado lo relacionado a las dos áreas mencionadas para mantener el control de asepsia, por lo que fue necesaria la división física de las áreas de trabajo a través de tabiques de la siguiente forma ver figura No. 20.

<b>Servicios varios:</b>	<b>Salas de quirófanos:</b>
1. Recepción de material a esterilizar,	1. Recepción de material a esterilizar,
2. Recepción de campos sucios,	2. Preparación y empaque del equipo,
3. Lavado, preparación y empaque del equipo,	3. Sala de esterilización a vapor,
4. Sala de esterilización a vapor,	4. Bodega de material esteril,
5. Sala de esterilización a gas,	5. Entrega de material esterilizado.
6. Bodega de material esteril,	
7. Entrega de material esteril.	

Figura No. 20 Área de tratamiento en la Central de Equipos



### **5.1.3 Tarea de tratamiento de la carga**

El tratamiento del material quirúrgico o equipo médico, inicia desde el momento en que se recibe en la Central de Equipos de la siguiente forma:

#### **a) Servicios varios**

Se quitan los campos de empaque de equipo, mismos que se trasladan a lavandería y se lava el instrumental, material, equipo médico, se seca y según el método apropiado de esterilización para este, el empaque se realiza con campos endidos (tela de manta) para la esterilización a vapor y con bolsa transparente de grado médico en la esterilización a gas.

Y dependiendo del equipo se traslada al área de esterilización a vapor o gas para realizar la asepsia, posteriormente se lleva a bodega en espera de ser entregado al servicio.

#### **b) Salas de quirófanos**

La única diferencia es que el personal de quirófanos lava el instrumental y equipo médico antes de ingresarlo a la Central de Equipos, debido a que el inventario de este es único y de alto costo. El proceso que se le realiza es similar al descrito en el inciso anterior.

## 5.2 Como cargar el esterilizador

Si el método a utilizar es a vapor se coloca el equipo en el vehículo de transporte con su prueba de cultivo por nivel, dos barras laterales de canasta y se traslada al área de esterilización, los paquetes deberán colocarse en posición tal que presenten la menor resistencia posible al paso del vapor a través de la carga ver figura número 21.

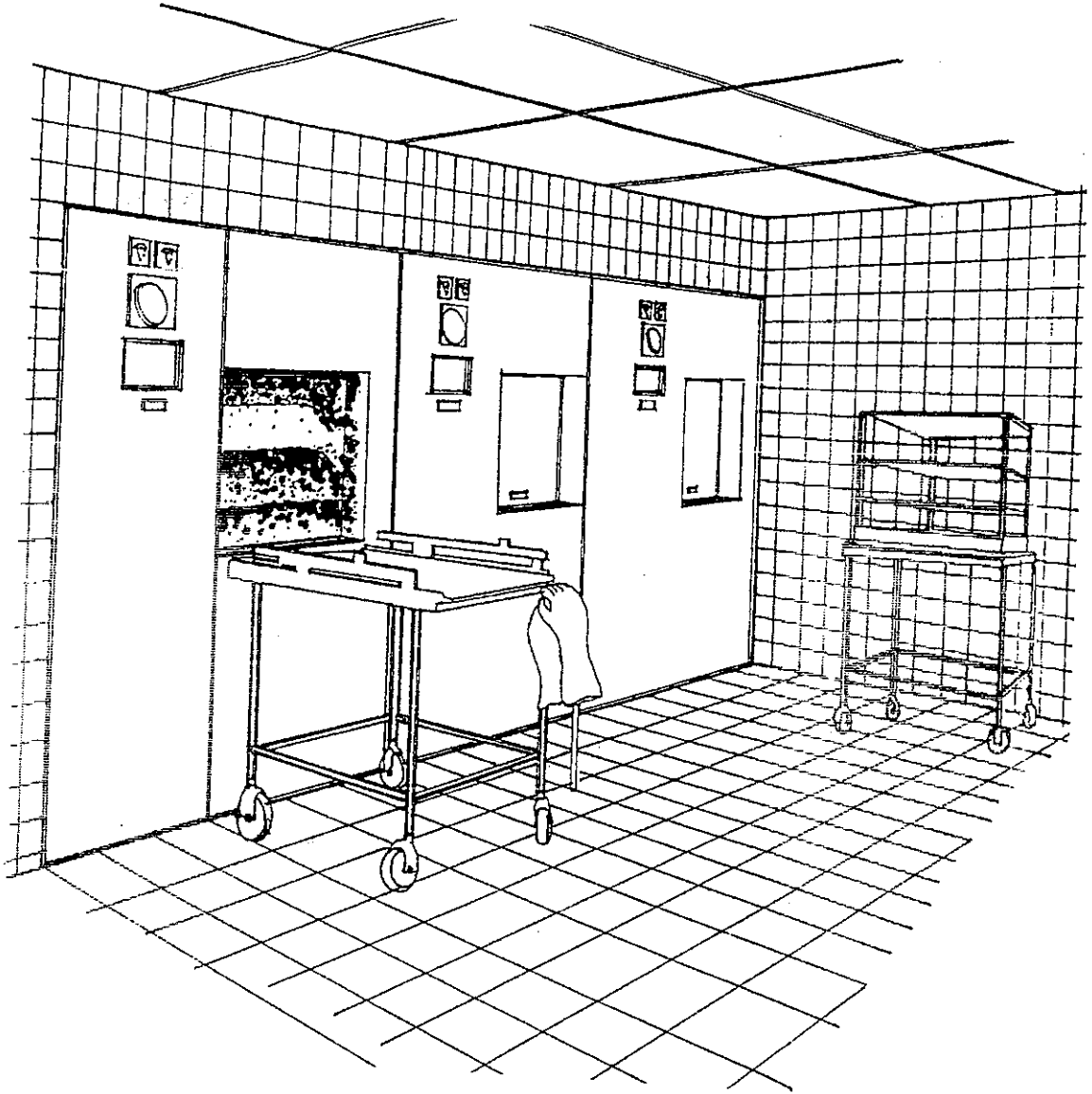
No es aconsejable procesar cargas conbinadas de materiales que requieren diferente tiempo de esterilización; las jarras, canastillas y otros recipientes no porosos que contengan materiales secos, deberán colocarse de lado permitiendo un rápido desplazamiento del aire y un contacto adecuado del vapor con todas las superficies tanto del recipiente como de su contenido, igualmente facilita el secamiento.

En cargas que combinen lencería y elementos duros, coloque éstos últimos en la parte inferior de la cámara evitando el humedecimiento de la lencería causado por el goteo del condensado procedente de materiales con superficies lisas, los utensilios de plástico no deben apilarse dentro de la cámara y los líquidos deben esterilizarse por separado.

Si el método a utilizar es a gas óxido de etileno, el operario traslada manualmente la carga al área de esterilización a gas, se introduce la carga en los esterilizadores, en el esterilizador de Casa Médica los paquetes y el set de ampolla se introducen en bolsa grande sin aire sellada con cinta testigo, en el 3M la carga se coloca individualmente en la cesta y se coloca el cartucho nuevo en la cámara, teniendo especial cuidado de proporcionar los espacios suficientes para permitir la libre circulación del gas evitando la sobrecarga y la presencia de paquetes excesivamente densos.



**Figura No. 21** Esterilizador a vapor central y autogenerado al momento de ser cargado



### **5.2.1 Tiempo de exposición**

Se cierra la puerta y se programa dependiendo del material a esterilizar o equipo quirúrgico utilizando la tabla IX, en el caso de esterilización a gas se le coloca en la parte frontal del esterilizador el nombre del equipo que se esteriliza, fecha y hora de inicio, fecha y hora en que se debe retirar la carga, el nombre y número de tarjeta del operario que lo realiza. En este proceso se utilizan 16 horas para la exposición al gas óxido de etileno y las 4 restantes sirven para airear la carga.

En la esterilización a vapor central y autogenerado, la tabla IX muestra los tiempos de exposición (tiempo térmico mortal) a los cuales se puede esterilizar con variables en la temperatura de 121° a 132° C.

### **5.2.2 Secamiento de la carga**

Los elementos o paquetes procesados en esterilizadores a vapor tienen la tendencia a sudar si son colocados aún calientes sobre superficies frías, en consecuencia es conveniente permitir su enfriamiento total antes de ser almacenados, debe darse un tiempo mínimo de secamiento de 15 minutos en el caso de paquetes y suministros envueltos, aunque el secamiento adecuado puede tomar hasta 30 minutos.

Para realizar la esterilización a través de los métodos de vapor o gas óxido de etileno se debe tomar en cuenta el tiempo térmico mortal que se necesita según el material del que está hecho el instrumental médico y dependiendo de la temperatura que soportará en el proceso.

**Tabla IX**

**Tiempo de exposición de la carga a esterilizar por vapor o gas óxido de etileno**

ARTÍCULO	ESTERILIZACIÓN A VAPOR CENTRAL AUTOGENERADO A		ESTERILIZACIÓN A GAS ÓXIDO DE ETILENO EQUIPO 3M 4-100 Y AN 1120 CASA MÉDICA A TEMPERATURA DE 50° C TIEMPO 12 HRS DE EXPOSICIÓN A GAS Y 8 HRS DE AIREACIÓN
	TIEMPO EN MINUTOS	TEMPERATURA DE	
	121° C	132° C	
Equipo descrito en la tabla 1 del capítulo II			20
Cepillos (para lavar)	15	10	
Sondas (base tejida, látex)	15	10	
Sondas (goma elástica, hule duro, Miller-Abbott)			20
Cistoscopios			20
Cistoscopio tipo Kirwin	15	10	
	20	15	
Paños y campos			
Drenes (gutapercha, tubo de hule)			20
Tambores de ropa (empacado flojo sin comprimir)	20	15	
Cables eléctricos	15	10	
Cristalería (vasos invertidos)	15	10	
Cristalería (laboratorio)	20	15	

ARTÍCULO	ESTERILIZACIÓN A VAPOR CENTRAL AUTOGENERADO DE TIPO PULSANTE A TIEMPO EN MINUTOS TEMPERATURA DE 121° C 132° C		ESTERILIZACIÓN A GAS ÓXIDO DE ETILENO EQUIPO 3M 4-100 Y AN 1120 CASA MÉDICA A TEMPERATURA DE 50° C TIEMPO 12 HRS DE EXPOSICIÓN A GAS Y 8 HRS DE AIREACIÓN
Instrumentos (cuchillos de carata, tenótomos, urétronos)	15	10	
Venoclisis	20	15	20
Cobertores de jarras (empacados flojos)	20	15	
Lámparas (diagnósticas)			20
Paquetes de maternidad	20	15	
Colchón (pelo)	20	15	
Colchón (espuma de caucho)	20	15	
Fórmulas lácteas	20	15	
Vaporizadores			20
Agujas (sutura hipodérmicas)	15	10	20
proctoscopios			20
Artículos de caucho (sábanas, tubos)	20	15	
Sigmoidoscopios			20
Erlenmeyer (frasco de pyrex de 2.000, 1.000, 500, 200, 125, 50 ml.)	20	15	
Fenwal (frasco de pyrex de 2.000, 1.000, 500 ml.)	20	15	
Square-pak (frasco de pyrex de 1.000 ml.)	20	15	
Botella de suero (pyrex 9.000 ml)	20	15	
Biberón 100 ml.	15	10	
Tubos de ensayo (32 x 200, 38 x 200 mm)	15	10	
Paquetes quirúrgicos	20	15	
Suturas (tubos no hervibles)			20
Suturas (tubos hervibles, seda, algodón, lino, nylon)	15	10	

<b>ARTÍCULO</b>	<b>ESTERILIZACIÓN A VAPOR CENTRAL AUTOGENERADO DE TIPO PULSANTE A TIEMPO EN MINUTOS TEMPERATURA DE 121° C      132° C</b>		<b>ESTERILIZACIÓN A GAS ÓXIDO DE ETILENO EQUIPO 3M 4-100 Y AN 1120 CASA MÉDICA A TEMPERATURA DE 50° C TIEMPO 12 HRS DE EXPOSICIÓN A GAS Y 8 HRS DE AIREACIÓN</b>
<b>Jeringas separadas</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	
<b>Depresores de lengua</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	
<b>Equipo de transfusión</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	
<b>Bandejas (toda clase)</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	
<b>Utensilios</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	
<b>Uretroscopios</b>			<b>20</b>

### **5.2.3 Descarga del esterilizador**

Al finalizar el secado o la aireación según el caso, se retira de la cámara de los esterilizadores el equipo y la carga se lleva a bodega de material estéril, clasificándola de acuerdo al servicio que pertenece y las ampollas de cultivo al laboratorio, en el caso de esterilización a gas el set de ampolla de tratamiento se deposita en bolsa de basura roja, por ser tóxicas.

Se entrega el material estéril conforme lo soliciten, en el caso de que éste permanezca durante un mes en bodega y su empaque sea de bolsa o si ha sido manipulado se entrega al servicio y lo ingresan de nuevo a la central para esterilización.

### **5.2.4 Métodos de control de esterilización**

Existen tres sistemas principales en el control de la asepsia del equipo, ya sea a través de la esterilización a gas o vapor, estos son:

## **a) Mecánicos**

Los fabricantes del equipo han proporcionado diferentes dispositivos para ayudar a la identificación y prevención de las fallas en el funcionamiento de los esterilizadores, así como los posibles errores operacionales, los más comunes son:

- Termómetros registradores: que proporcionan un informe gráfico del tiempo y la temperatura utilizados en cada ciclo de esterilización.
- Termómetros indicadores: que registran la temperatura del vapor en la línea de descarga.

## **b) Biológicos**

La Central de Equipos utiliza los medios biológicos para el control de la esterilización a gas y vapor en dos clases:

- Pruebas de cultivos, constituyen el mejor medio para confirmar la esterilidad de un artículo en particular o para evaluar la efectividad de un esterilizador. Debido a las muchas posibilidades de esterilización defectuosa, es esencial mantener sistemas para controlar el proceso en la Central de Equipos, el cultivo en la esterilización a vapor se realiza tres veces por semana, el lunes, miércoles y viernes, solo en la primera carga de la mañana colocando dos ampollas por canasta, una en cada nivel, o cuando un esterilizador ha sido reparado deberá efectuarse este tipo de control, los que son examinados en el laboratorio para comprobar la contaminación.

- Cultivos preparados, éste control se realiza colocando la muestra en la parte más densa de un paquete de lencería, el paquete se coloca en la parte frontal inferior del esterilizador. Estos cultivos pueden obtenerse comercialmente en forma de esporas secas sobre tiras de papel o en ampollas selladas, las que posteriormente a la esterilización son enviadas al laboratorio para incubación y conocimiento del resultado.

### **c) Controles químicos o indicadores de esterilización**

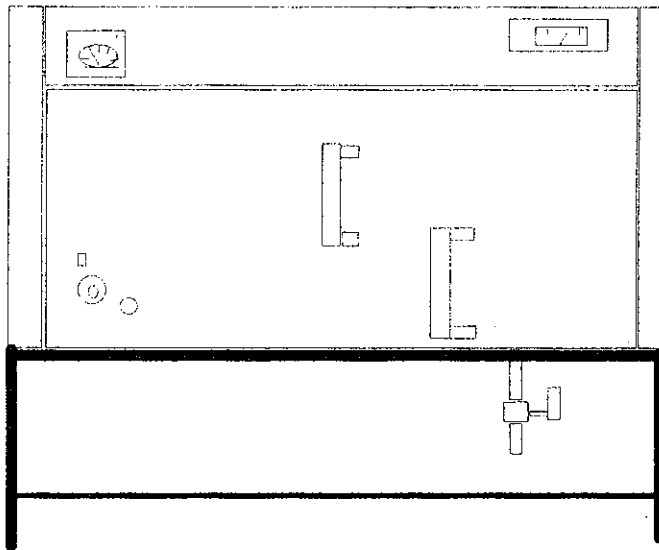
- Estos detectan bolsas de aire frío en el centro de la carga, sin embargo debe reconocerse su limitación ya que no prueban la esterilidad, existen varios tipos de indicadores utilizados en la esterilización a gas y vapor.
- Una píldora sellada dentro de un pequeño tubo de vidrio, el cual es colocado en el centro de la carga, cuando las condiciones de tiempo y temperatura son favorables dentro del esterilizador, la píldora se funde, lo que no ocurre si existe una bolsa de aire frío.
- Una tira impregnada con un tinte especial, el que cambia de color dentro de la carga por una reacción química producida por el vapor.
- Cinta indicadora (tape), cuya principal utilidad está en la indicación de que el paquete ha sido procesado en el esterilizador, sin embargo este método no garantiza que el paquete o los elementos en su interior estén necesariamente estériles.

### 5.3 Destilación de agua

El procedimiento a seguir en la destilación de agua por parte del personal de la Central de Equipos se puede apreciar en la figura No. 22, ya que si el destilador funciona cotidianamente se necesita que antes de encender el equipo (temperatura del calderín  $25^{\circ}\text{C}$ ), el operario debe descargar una vez diaria mediante la válvula de descarga del hervidor ( S5 ) toda el agua contenida en el evaporador, eliminando un alto porcentaje de sales minerales y a la vez evitando la sedimentación de sarro dentro del calderín; ya que la energía proporcionada al evaporador para hervir una unidad de agua es directamente proporcional a la cantidad de sales contenidas en ella.

Se gira el selector de encendido, iluminándose los niveles visuales del evaporador y del depósito de diario; el destilador esta listo para entrar en funcionamiento y se descarta la producción de las dos primeras horas, con el objeto de que la calidad de agua destilada alcance 1 ppm y un ph de 7.

**Figura No. 22 Destilador de agua**





### 5.3.1 Registros de tiempos de esterilización

Para el registro y control de estos tiempos es necesaria la utilización de la figura No. 23, que ha de utilizarse en cada proceso de esterilización a vapor o gas evitando confusiones en el trabajo y a la vez sirve de control de la esterilización por cada turno de trabajo.

#### Figura No. 23 Boleta para el registro de los procesos de esterilización

Proceso utilizado: Vapor: _____ ( E ) o ( V C )	Gas _____ ( 3m ) o ( CM )
Nombre / Operario (a): _____	No. de tarjeta: _____
Identificación del equipo: _____	
Casa que lo renta: _____	
Fecha y hora de inicio: _____	
Fecha y hora de finalización: _____	
Observaciones: _____	

### 5.3.2 Diagramas de procesos en la Central de Esterilización

Los procesos realizados en la esterilización y destilación de agua en el área de la Central de Equipos, ha sido modificada en sus instalaciones, específicamente en la esterilización de sala de quirófanos, con el fin de evitar demoras y desaprovechamiento del equipo instalado a través de una división total de éstos. Las figuras 24 a 27 muestran los gráficos para el análisis de la operación y flujo del proceso se presentan a continuación y el diagrama de recorrido se detalla en la figura No. 34.

**Figura No. 24**

Asunto: Diagrama de operación del proceso de esterilización a vapor del instrumental de salas de quirófanos método actual.

Fecha: febrero, 1,999.

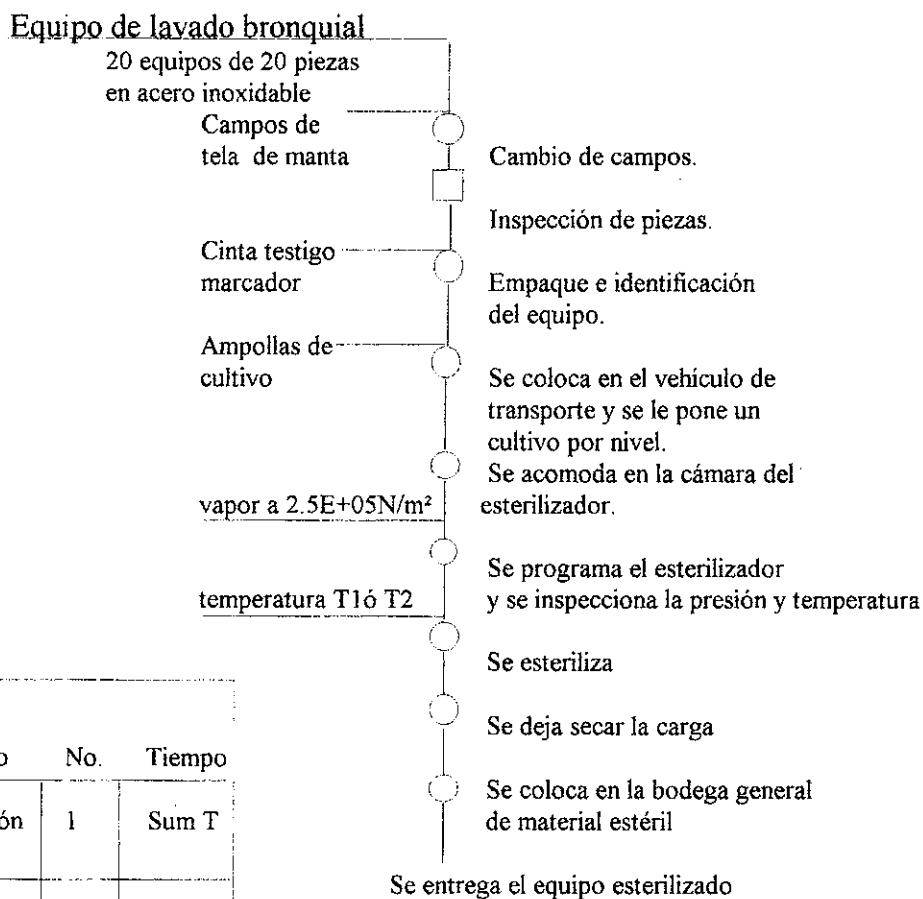
Identificación: Equipo de lavado bronquial

Unidad: Central de Equipos

Analista: Marco Vinicio Rivera García.

Inicia: Área de recepción general de material a esterilizar.

Finaliza: Área de entrega general de material estéril.



RESUMEN			
Símbolo	Evento	No.	Tiempo
□	Inspección	1	Sum T
○	Operación	8	Sum T

**Figura No. 25**

Asunto: Diagrama de operación del proceso de esterilización a vapor del instrumental de servicios varios método actual.

Fecha: febrero, 1999.

Identificación: Equipo de aseo perineal

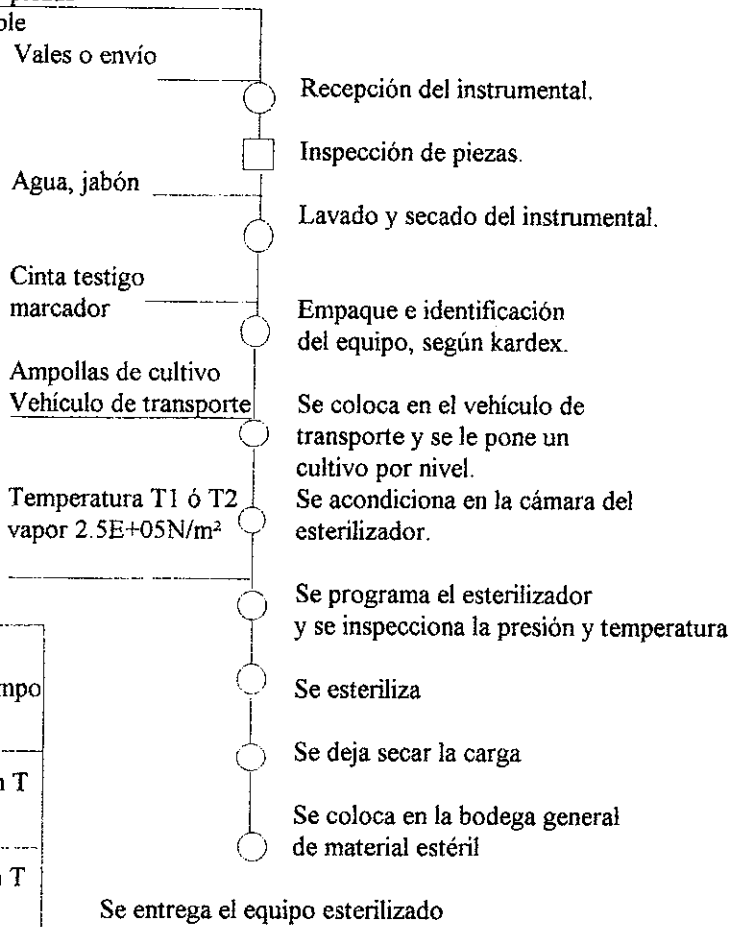
Unidad: Central de Equipos

Analista: Marco Vinicio Rivera García.

Inicia: Área de recepción general de material a esterilizar.

Finaliza: Área de entrega general de material estéril.

Equipo de aseo perineal  
12 equipos de 05 piezas  
en acero inoxidable



RESUMEN			
Símbolo	Evento	No.	Tiempo
□	Inspección	1	Sum T
○	Operación	9	Sum T

**Figura No. 26**

Asunto: Diagrama de operación del proceso de esterilización a vapor del instrumental de salas de quirófanos método propuesto.

Fecha: marzo, 1999.

Identificación: Equipo de lavado bronquial

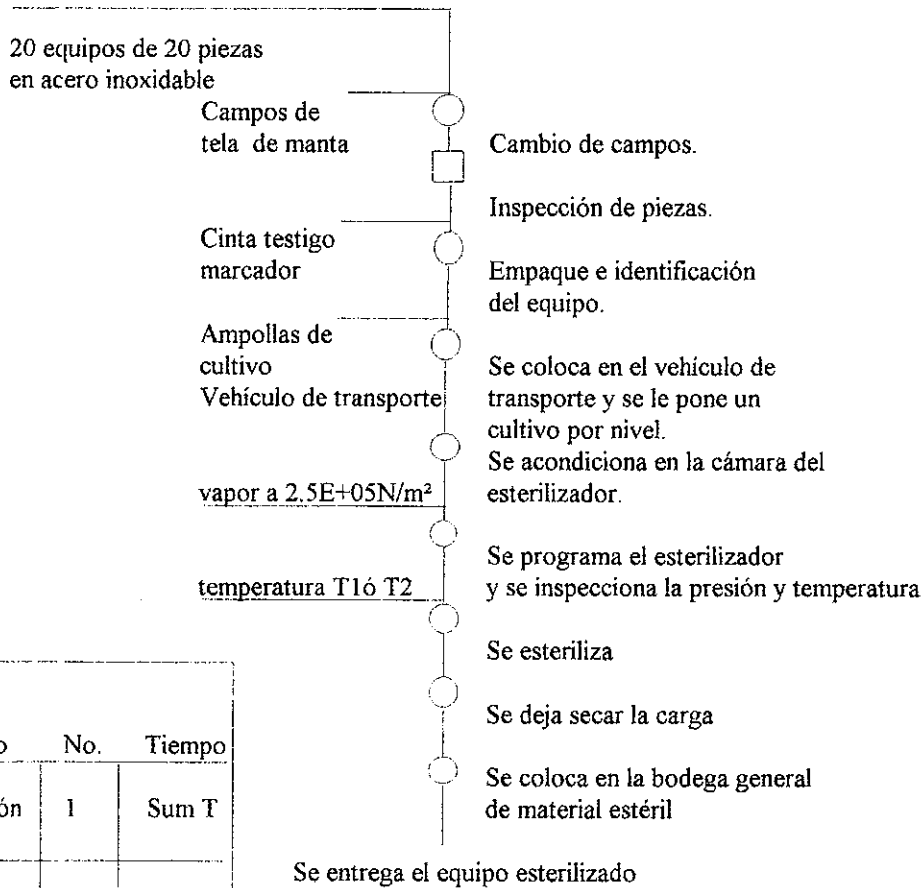
Unidad: Central de Equipos

Analista: Marco Vinicio Rivera García.

Inicia: Recepción de material a esterilizar de salas quirúrgicas.

Finaliza: Entrega general de material estéril de salas quirúrgicas.

Equipo de lavado bronquial



RESUMEN			
Símbolo	Evento	No.	Tiempo
□	Inspección	1	Sum T
○	Operación	8	Sum T

**Figura No. 27**

**Asunto:** Diagrama de flujo del proceso de esterilización a vapor del instrumental de servicios varios método propuesto.

**Fecha:** febrero, 1999.

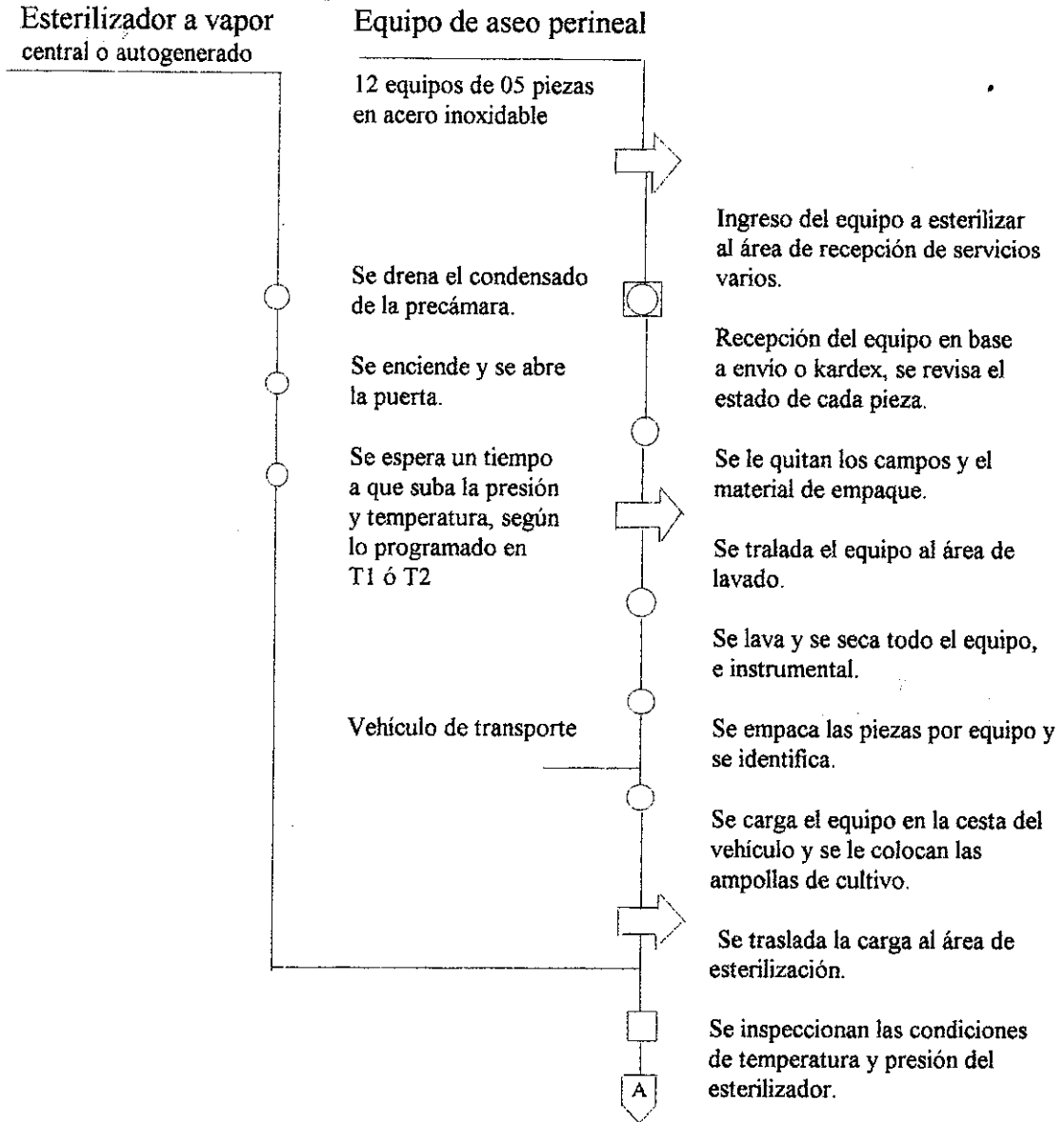
**Identificación:** Equipo de aseo perineal

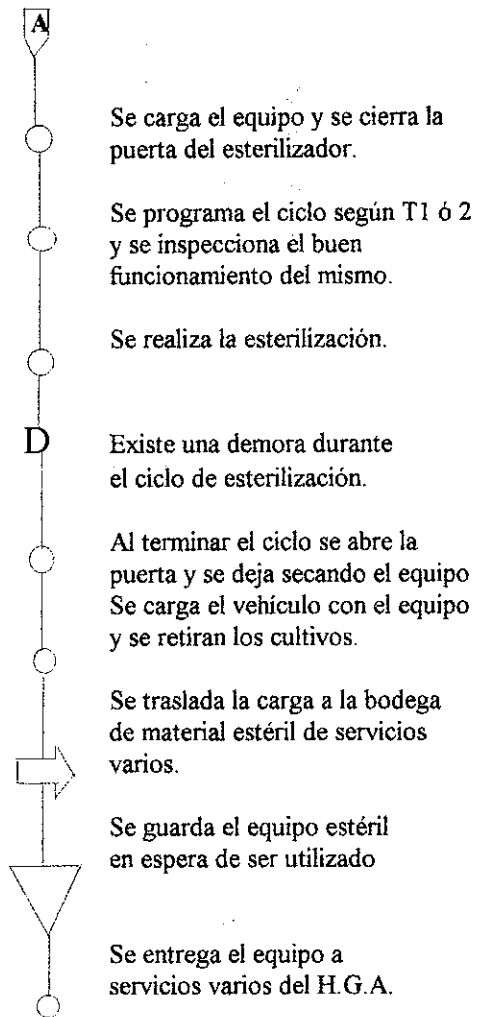
**Unidad:** Central de Equipos

**Analista:** Marco Vinicio Rivera García.

**Inicia:** Recepción de material a esterilizar de servicios varios.

**Finaliza:** Entrega de material estéril de servicios varios.





<b>RESUMEN</b>			
<b>Símbolo</b>	<b>Evento</b>	<b>No.</b>	<b>Tiempo</b>
□	Inspección	1	Sum T
○	Operación	13	Sum T
◻	Combinada	1	Sum T
→	Transporte	4	Sum T
<b>D</b>	Demora	1	Sum T
▽	Bodega	1	Sum T

## **6. MANUAL DE INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE ESTERILIZADORES DE MATERIAL QUIRÚRGICO Y DESTILADOR DE AGUA**

El objetivo principal de los manuales de funcionamiento del equipo, es estandarizar la esterilización a gas, vapor y destilación de agua en la Central de Equipos del H.G.A. utilizando normas del fabricante y del Ministerio de Salud Pública, para el siguiente equipo:

- Esterilizadores a gas de óxido de etileno.
- Esterilizadores a vapor central.
- Esterilizador a vapor autogenerado.
- Destilador de agua.

### **6.1 Manual de operación y funcionamiento del esterilizador de óxido de etileno Steri -Vac 4XL 3M**

Antes de usar este equipo, lea la información completa que se detalla, siendo de uso exclusivo para el personal de Central de Esterilización, debidamente instruido en el equipo médico e industrial, bajo la supervisión de la jefe encargada, ya que la utilización inadecuada, puede causar daños a la integridad física del operador.

Siempre deberá permanecer en la posición de encendido (ON) el interruptor ubicado en la parte de atrás del esterilizador, manteniéndolo en espera para el funcionamiento.

El ciclo estándar de esterilización se realiza según la temperatura deseada que se muestra a continuación:

CICLO	TEMPERATURA	TIEMPO APROXIMADO
Templado	55° C	12 Horas + 8 de aireación
Frío	37° C	16 Horas + 8 de aireación

Se deberá lavar, precondicionar, empaquetar, e identificar el equipo, según sea necesario en todos los artículos a esterilizar.

Para el control de calidad diario de la esterilización, colocar un indicador biológico en el centro de la carga y al finalizar el ciclo mandarlo al laboratorio a examen.

Retirar el cilindro vacío de óxido de etileno y colocarlo en bolsa roja, esto indica material tóxico interno.

### **6.1.1 Instrucciones de funcionamiento y operación del esterilizador 3M**

Un ciclo normal de esterilización, que debe efectuar el operador sin evadirlo, consta de los siguientes pasos:

- Comprobar que el esterilizador esté encendido.
- Girar la palanca hacia la izquierda soltando a la vez el retén superior para abrir la puerta.
- Cargar la cesta ordenadamente, sin que se aglomeren los objetos.



- Insertar un cilindro Ster-Gas modelo 4-100 dentro del compartimiento sin forzarlo a su apertura, la posición indicada con la flecha verde del cilindro deberá colocarse en dirección hacia arriba.
- Introducir la cesta en la cámara y cerrar la puerta, girando la palanca hacia la derecha hasta lograr la posición vertical.
- Pulsar el interruptor de ciclo templado ( $55^{\circ}\text{C}$   $t=2.5$  hrs.) o frío ( $37^{\circ}\text{C}$   $t=5.5$  hrs.).
- Pulsar el interruptor de arranque, a partir de aquí el ciclo comienza y continúa automáticamente hasta su terminación, el cual finaliza al encenderse el indicador de aireación e inicia el control de tiempo según la siguiente tabla X de aireación.
- Usar el botón de STOP para interrumpir el ciclo de esterilización.

### **6.1.2 Procedimiento para interrumpir la aireación**

Para interrumpir la aireación en el esterilizador de 3M, realice lo siguiente:

- Gire la palanca hacia la izquierda.
- Esperar aproximadamente 30 segundos.
- Abrir la puerta hasta la posición de enganche.
- Dejar la puerta abierta en dicha posición durante 5 minutos.
- Abrir totalmente la puerta soltando el retén superior.
- Sacar los objetos esterilizados.
- Cerrar la puerta y girar la palanca hacia la derecha para continuar la aireación.

### 6.1.3 Procedimiento para cancelar la aireación

Para cancelar la aireación en la cámara del esterilizador realice lo siguiente:

- Girar la palanca hacia la izquierda.
- Esperar aproximadamente 30 segundos.
- Abrir la puerta hasta la posición de enganche.
- Dejar la puerta abierta en dicha posición durante 5 minutos.
- Abrir totalmente la puerta soltando el retén superior.
- Sacar la cesta.
- Pulsar el interruptor STOP y cerrar la puerta.

La tabla X muestra los tiempos de aireación de la carga expuesta en un esterilizador sin aireación (expuesta al ambiente) y a través de esterilizadores con aireación incorporada en la cámara.

**Tabla X**

**Tabla de aireación a gas**

CATEGORÍA	TEMP. AMBIENTE	AIREADOR (*)
Papel	24 horas	8 horas
Caucho	96 horas	8 horas
Elementos metálicos	24 horas	8 horas
Empacados (polietileno)	48 horas	8 horas
Cloruro de polivinilo	7 días	12 horas
Combinación de cloruro de polivinilo y metal	7 días	12 horas
Combinación de caucho y metal	96 horas	8 horas

### 6.1.4 Códigos de precaución

Al aparecer en la pantalla no interrumpen el ciclo de esterilización, por lo que se presenta la tabla XI para determinar el código de precaución, fallo, causa y solución.

Siga el procedimiento correctivo designado, llame al representante del servicio técnico de 3M cuando se presenten en la pantalla las condiciones siguientes:

- Al aparecer códigos de falla.
- Si despliega un código que no está en tablas de falla.
- Cuando tenga alguna pregunta que hacer.

Los códigos indican un problema real o un problema potencial que requiere una acción correctiva.

**Tabla XI**

#### Códigos de precaución

Código	Fallo	Causa	Solución
C1	Falta de la debida presión de aire en el módulo extractor.	Fallo del ventilador extractor externo.	Comprobar el ventilador externo y las fajas.
C2	Nivel del agua bajo.	El depósito necesita agua.	Añadir agua.
C3	Interruptor de la alimentación eléctrica.	Pérdida de alimentación	El ciclo se reanuda automáticamente.
C4	Pérdida de presión de aire comprimido durante la aireación.	No hay aire comprimido.	Comprobar el compresor y las tuberías de aire.

### 6.1.5 Código de falla

Cuando estos códigos aparecen en la pantalla, interrumpen o abortan el ciclo de esterilización, presentándose en tres niveles como lo muestra la tabla XII y XIII:

- Detectados antes de la perforación.
- Detectados durante la exposición al gas.
- Que dejan el esterilizador bloqueado posiblemente con gas en la cámara.

**Tabla XII**

#### **Códigos de falla detectados antes de la perforación**

<b>Código</b>	<b>Fallo</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>
E10	Nivel del agua bajo.	El depósito necesita agua. Fallo del interruptor del flotador.	Llamar al servicio técnico.
E20	La cámara se tiene que enfriar.	Intento de efectuar un ciclo frío después de un ciclo templado.	Abrir la puerta y dejar que se enfríe la cámara.
E22	Tiempo de vacío inicial sobrepasado.	Presión inadecuada del aire. Bomba de vacío defectuosa.	Comprobar el sistema de aire. Llamar al servicio técnico.
E23	Tiempo de precalentamiento de la cámara sobrepasado.	Cámara demasiado fría al inicio. Control de temperatura defectuoso.	Empezar nuevamente. Llamar al servicio técnico.
E24	Tiempo de precalentamiento del disipador de calor sobrepasado.	Cámara demasiado fría al inicio. Control de temperatura defectuoso.	Empezar nuevamente. Llamar al servicio técnico.

E28	No inyecta agua.	Flotador del depósito de agua atascado. Sistema de agua obstaculizado.	Añadir agua al depósito.  Llamar al servicio técnico.
E32	Puerta desbloqueada.	Cerrojo de la puerta enganchado. Error de control.	Ponga la palanca totalmente vertical. Llamar al servicio técnico.
E34	Puerta abierta .	Puerta no cerrada antes de empezar. Interruptor defectuoso.	Cerrar la puerta y empezar nuevamente. Llamar al servicio técnico.
E40	Interrupción voluntaria.	El usuario ha pulsado el interruptor STOP.	Empezar de nuevo.

**Tabla XIII Código de falla detectado durante la exposición al gas**

Código	Fallo	Causa	Solución
50	Cilindro vacío.	Cargado cilindro vacío. Fallo del mecanismo de perforación.	Use un cilindro nuevo. Llamar al servicio técnico.
E54	Falta continua de alimentación eléctrica.	No se puede encender después de un fallo de la corriente eléctrica.	Empezar de nuevo
E60	Interrupción voluntaria.	El usuario ha pulsado el botón STOP.	Volver a empezar.
E71	Tiempos de extracción de gas final sobrepasado.	Problema de aire comprimido. Fallo del sistema de vacío.	Corrijalo y pulse START. Llamar al servicio técnico.

E72	Salida del aire obstruida.	Filtro bacteriológico atascado.	Pulse START; si el código vuelve a aparecer llamar al servicio técnico.
-----	----------------------------	---------------------------------	---

### **6.1.6 Procedimiento para borrar un código de fallo de la pantalla del esterilizador**

Cuando en la pantalla aparece un código de falla, es necesario volver al despliegue inicial, antes de empezar un nuevo ciclo, deberá de abrir la puerta hasta la posición de enganche y pulsar el interruptor STOP.

## **6.2 Manual de funcionamiento y operación del esterilizador a gas óxido de etileno AN-1120**

El ciclo normal de esterilización que se debe seguir para el funcionamiento de este equipo sin evadirlo es:

- Conectar el cordón eléctrico al tomacorriente y la unidad de ventilación empezará a funcionar, si el sistema de ventilación se obstruye sonará una alarma que indica bloqueo en la evacuación del aire.
- Oprimir el botón de encendido y la temperatura preseleccionada del esterilizador llegará a 55° C en un término de 15 minutos, por lo que no necesita ser ajustada.
- Para abrir la puerta del esterilizador oprimir el botón de purga, la cual dura 4 minutos y cuando el indicador verde de purga completa lo indique sonará la alarma, presione el botón para abrir la puerta.

- Colocar los artículos a esterilizar debidamente empacados dentro de la bolsa e incluir un humificador, cartucho del kit del gas, retirar el aire interior de la bolsa y sellarla con cinta testigo.
- Presionar el botón del cartucho a través de la bolsa contenedora; el gas saldrá paulatinamente, colocar la bolsa en la bandeja y cerrar la puerta.
- Pasadas 20 horas el ciclo de esterilización y aireación está completo, por lo que se podrá abrir con toda seguridad y tomar los artículos debidamente estériles, el cartucho usado se mete a una bolsa roja que indica material tóxico.

### **6.3 Manual de funcionamiento y operación de esterilizadores a vapor central / autogenerado a control automático y manual**

Al iniciar la utilización de los esterilizadores marca Omasa con computadora, debe de tomar en cuenta que la Central de Equipos posee 3 esterilizadores de vapor central, los que funcionan alimentados por 2 calderas en jornada diurna y debido a que la demanda de el servicio incluye las 24 horas, se cuenta con un esterilizador que tiene incorporado un calderín eléctrico el cual genera el vapor necesario para su funcionamiento durante toda la noche e incluso de día cuando las calderas no están en función.

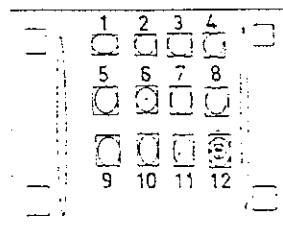
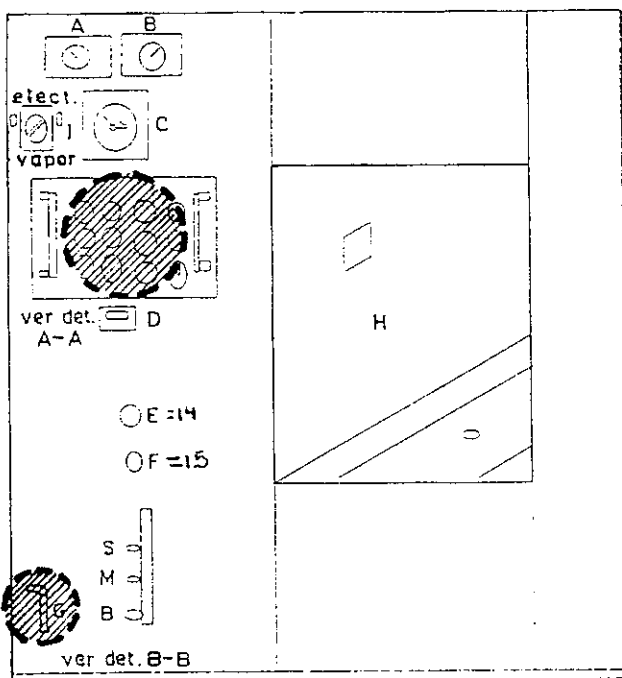
Estos equipos tienen la versatilidad de trabajar en sistema automático, manual, a vapor central y autogenerado (ver figura No. 28).

**Figura No. 28**

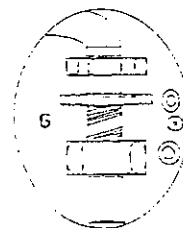
**Panel de control de los esterilizadores Omasa a vapor central y autogenerado**

- A = Indicador de presión en la precámara
- B = Indicador de presión en la cámara
- C = Indicador de temperatura en la cámara
- I = Selector de funcionamiento eléctrico o vapor
- D = Reloj y bus de tarjetas
- H = Placa difusora de vapor
- 1 = Luz piloto de puerta cerrada
- 2 = Luz piloto de puerta bloqueada
- 3 = Luz piloto de vapor en la precámara
- 4 = Luz piloto de vapor en la cámara
- 5 = Luz piloto de funcionamiento en automático
- 6 y 11 = Swich de encendido

- 7 = Selector manual a vapor central
- 8 y 14 = Botón y palanca para abrir o cerrar puerta
- 9 = Selector de programa con T1 o T2
- 10 = Selector de funcionamiento automático (desplega presión y temperatura)
- 12 = Selector manual a vapor autogenerado
- 15 = Perilla para drenar la precámara
- S = Nivel máximo de agua en el calderín
- M = Nivel medio de agua en el calderín
- B = Nivel mínimo de agua en el calderín
- G = Conexión de condensado de precámara



**DETALLE A-A**



**DETALL B-B**



### **6.3.1 Manual de funcionamiento y operación de esterilizadores Omasa a vapor central en automático**

La utilización de los esterilizadores Omasa, en función automático alimentado a vapor central, es gobernado a través de sensores de temperatura y presión del flujo de vapor que se desplaza dentro de la precámara, cámara de esterilización y para la referencia de los selectores de programación se utilizará la figura No. 28.

Es importante puntualizar que los radios de tiempo y temperatura dados en la tabla a vapor VI, por ser modelos con bomba de vacío, de tipo pulsante y altas temperaturas, son exclusivos para estos equipos.

El ciclo normal de esterilización que se debe seguir para el funcionamiento de este equipo sin evadirlo es:

- Antes de poner a funcionar los esterilizadores es necesario que se drenen girando el selector (15), lo que evitará el arrastramiento de condensado debido al ingreso de vapor a alta presión (golpe de ariete) que daña la instalación y accesorios de la tubería.
- Encender el esterilizador (autoclave) con los selectores (11) y (6), girando la llave de comando a la posición AUTO a la izquierda (10), del tablero de control principal, iniciando la fase de calentamiento, después de algunos segundos el autodiagnóstico interno despliega datos de control de la presión (A) y temperatura (C) de la precámara, presión (B) y temperatura (C) de la cámara, en bares ( $10E-05$  bar =  $1 \text{ N/m}^2$ ) °C y se enciende la luz piloto (5).

- La pantalla indica calentamiento de la precámara, si inicialmente el esterilizador está frío dura 30 minutos para levantar la presión de  $2.5E+05 \text{ N/m}^2$  (2.5 bar), o si el esterilizador ya estaba funcionando con vapor le toma 5 minutos, el presiómetro (A) alcanza 2.5 bar en la precámara.
- Se enciende la luz verde (4) indicador de vapor en la precámara.
- Según el material a esterilizar y de acuerdo a la tabla VII se utiliza el tiempo 1 a temperatura de  $121^\circ \text{C}$  y presión de  $2.5E+05 \text{ N/m}^2$  (2.5 bar) o bien, tiempo 2 a temperatura de  $132^\circ \text{C}$  y presión de  $2.5E+05 \text{ N/m}^2$  (2.5 bar) a través del selector (9).
- Se abre la puerta accionando la palanca hacia abajo (8) y deberá oprimir el selector (14) a la vez.
- Se carga el esterilizador tomando en cuenta las disposiciones de carga.
- Se cierra la puerta accionando la palanca de puerta (8) hacia arriba y a la vez oprimiendo el selector (14) hasta quedar completamente cerrada, se enciende la luz piloto de puerta cerrada (1) y de puerta bloqueada (2).
- Se inicia el proceso con una señal de luz piloto (5), de funcionamiento automático y a partir de este momento el ciclo es completamente automático.
- Se realiza el vacío pulsante dentro de la cámara interrumpido con 5 inyecciones de vapor, hasta lograr una presión de  $-8E+04 \text{ N/m}^2$  (-0.8 bar) en un tiempo de 5 minutos.
- Inyecta vapor a la cámara hasta lograr una presión de  $2.5E+05 \text{ N/m}^2$  (2.5 bar) y según la temperatura de T1 ó T2, durante un tiempo de 15 minutos.
- Se realiza el segundo vacío pulsante (T1= $121^\circ \text{C}$ , T2= $132^\circ \text{C}$ ) nuevamente en la cámara interrumpido por 5 inyecciones de vapor con el objeto de lograr extraer todo el aire que se encuentra en el material empacado hasta una presión de  $-1.8E+05 \text{ N/m}^2$  (-1.8 bar) durante 5 minutos.

- Se inyecta vapor nuevamente en la cámara hasta lograr una presión de  $2.5 \text{ E}+05 \text{ N/m}^2$  (2.5 bar) y una temperatura según lo establecido por T1 ó T2, con un tiempo de 5 minutos.
- Nuevamente se inicia el vacío en la cámara, en forma gradual evitando se dañe el material hasta obtener una descompresión de la puerta a  $0 \text{ N/m}^2$  (0 bares), en un lapso de 5 minutos.
- Se espera un tiempo de 15 minutos de secado y se desbloquea la puerta, se abre procediendo con la palanca (8) hacia abajo oprimiendo a la vez el selector (14).
- Se retira el contenedor de la cámara del esterilizador y se coloca en el vehículo de transporte a la bodega de material estéril y las ampollas de cultivo son llevadas al laboratorio para su análisis.
- Pasadas las 48 horas si se detecta positivo el cultivo se inhabilita el esterilizador, procediendo a brindarle servicio técnico.
- El registrador gráfico de temperatura y presión indicarán las máximas y las mínimas alcanzadas en la esterilización diaria, por lo que hay que reemplazarlos una vez al día.

### **6.3.2 Manual de funcionamiento y operación de esterilizadores a vapor central en sistema de emergencia**

El equipo permite el funcionamiento manual en caso de que la computadora no registre la señal de los sensores de temperatura, lo que implica que el operario deberá realizar el ciclo de esterilización de forma manual rigiéndose por presión y tiempo, el ciclo normal de esterilización que se debe seguir para el funcionamiento de este equipo sin evadirlo es:

- Antes de poner a funcionar el esterilizador deberá drenarse rotando el selector (15), por un tiempo de 1 minuto evitando el golpe de ariete.
- Encender el equipo con el selector (11) y (6), rotando la llave de comando a la posición AUTO a la izquierda (10).
- Controlar que el selector rotativo (12) esté en la posición CERO.
- Abrir la puerta accionando la palanca hacia abajo (8) oprimiendo a la vez el selector (14), introducir el material y cerrar nuevamente la puerta con la palanca hacia arriba (8) oprimiendo el selector (14).
- Rotar ahora la llave de comando de AUTO a MANUAL y espere el calentamiento de la precámara y cámara, hasta alcanzar la presión de  $2.5E+05 \text{ N/m}^2$  (2.5 bar) en cada una de éstas, lo que indica que el equipo está listo.
- Rotar ahora el selector manual (7) a la posición No. 1, dando inicio a un ciclo de vacío pulsante en el interior de la cámara controlando que el manómetro indique al menos  $-1.5E+05 \text{ N/m}^2$  (-1.5 bar) durante un tiempo de 3 minutos.
- Rotar el selector manual (7) a la posición No. 2, verificar que el vacío disminuya y se alcance una presión de  $2.5E+05 \text{ N/m}^2$  (2.5 bar) en un lapso de 10 minutos.
- Rotar el selector manual (7) a la posición No. 3, controlar que el manómetro de la cámara baje a  $-1.8 E+05 \text{ N/m}^2$  (-1.8 bar), que la presión suba regularmente en el interior de la cámara y alcance valores de  $2.1$  a  $2.3 E+05 \text{ N/m}^2$  (2.1 a 2.3 bar). Desde este momento en el interior de la cámara hay  $132^\circ \text{ C}$  necesarios para la esterilización durante 10 minutos.
- Rotar el selector manual (7) a la posición No. 4 y controlar que en el interior de la cámara sea descargada la presión y después de que se forme el vacío en un lapso de 10 minutos.
- Rotar el selector manual (7) a la posición No. 5 y controlar que la presión en el interior de la cámara alcance después de algún tiempo en el manómetro  $0 \text{ N/m}^2$  (0 bar).

- Rotar la llave de AUTO (10), abrir la puerta con la palanca (8) hacia abajo accionando el selector (14), esperar 15 minutos para el secado de la carga.
- Se retira el contenedor de la cámara del esterilizador y se coloca en el vehículo de transporte a la bodega de material estéril y las ampollas de cultivo son llevadas al laboratorio para su análisis.

### **6.3.3 Manual de funcionamiento y operación de esterilizadores Omasa a vapor autogenerado en automático**

La utilización del esterilizador Omasa, en sistema automático a vapor autogenerado de prevacio pulsante, el procedimiento de utilización comparado con los de vapor central difiere únicamente en un calderín, el cual entra a funcionar solo con rotar la perilla (1) de la posición de vapor a eléctrico según figura No. 28, revisando el nivel de agua en el calderín, si se encontrara en el nivel bajo, revisar la presión en la red de agua, verificar que el botón (9) se encuentre en T2 con 132° C y la presión de 2.5E+05 N/m<sup>2</sup> (2.5 bar). El ciclo normal de esterilización que se debe seguir para el funcionamiento de este equipo sin evadirlo es:

- Antes de poner a funcionar el esterilizador es necesario que se drene girando el selector (15), lo que evitará el arrastramiento de condensado debido al ingreso de vapor a alta presión (golpe de ariete) que daña la instalación y accesorios de la tubería.
- Encender el esterilizador (autoclave) con los selectores (11) y (6), rotando la llave de comando a la posición AUTO a la izquierda (10), del tablero de control principal, iniciando la fase de calentamiento, después de algunos segundos el autodiagnóstico interno, despliega datos de control de la presión (A) y temperatura

(C) de la precámara, presión (B) y temperatura (C) de la cámara, en  $1E+05 \text{ N/m}^2$  (1 bar) °C y se enciende la luz piloto (5).

- Si el esterilizador está inicialmente frío, esperar de 50 a 60 minutos para que alcance la temperatura, presión deseada en T2 y si el esterilizador ya estaba funcionando con vapor de la red central, tomará 10 minutos para alcanzar la temperatura y presión de T2.
- Se enciende la luz verde (4) indicadora de vapor en la precámara, según el material a esterilizar y de acuerdo a la tabla XXIII se utiliza el tiempo 1 a temperatura de  $121^\circ \text{C}$  y presión de  $2.5 E+05 \text{ N/m}^2$  (2.5 bar) o bien, tiempo 2 a temperatura de  $132^\circ \text{C}$  y presión de  $2.5E+05\text{N/m}^2$  (2.5 bar) a través del selector (9).
- Se abre la puerta accionando la palanca hacia abajo (8) y deberá oprimir el selector (14) a la vez.
- Se carga el esterilizador tomando en cuenta las disposiciones de carga.
- Se cierra la puerta accionando la palanca de puerta (8) hacia arriba y a la vez oprimiendo el selector (14) hasta quedar completamente cerrada se enciende la luz piloto de puerta cerrada (1) y de puerta bloqueada (2).
- Se inicia el proceso con una señal de luz piloto (5), de funcionamiento automático y a partir de este momento el ciclo es completamente automático.
- Se realiza el vacío pulsante dentro de la cámara interrumpido con 5 inyecciones de vapor, hasta lograr una presión de  $-1.8 E+05 \text{ N/m}^2$  (-1.8 bar) en un tiempo de 5 minutos.
- Inyecta vapor a la cámara hasta lograr una presión de  $2.5E+05 \text{ N/m}^2$  (2.5 bar) y según la temperatura de T1 ó T2, durante un tiempo de 15 minutos.
- Se realiza el segundo vacío pulsante nuevamente en la cámara interrumpido por 5 inyecciones de vapor con el objeto de lograr extraer todo el aire que se encuentra en el material empacado hasta una presión de  $-1.8E+05 \text{ N/m}^2$  (-1.8 bar) durante 5 minutos.

- Se inyecta vapor nuevamente en la cámara hasta lograr una presión de  $2.5E+05$  N/m<sup>2</sup> (2.5 bar) y una temperatura según lo establecido por T1 ó T2, con un tiempo de 5 minutos.
- Nuevamente se inicia el vacío en la cámara, en forma gradual evitando se dañe el material hasta obtener una descompresión de la puerta a 0 N/m<sup>2</sup> (0 bares), en un tiempo de 5 minutos.
- Se esperan 15 minutos de secado y se desbloquea la puerta, procediendo a abrirla con la palanca (8) hacia abajo oprimiendo a la vez el selector (14).
- Se retira el contenedor de la cámara del esterilizador y se coloca en el vehículo de transporte a la bodega de material esteril y las ampollas de cultivo son llevadas al laboratorio para su análisis.
- Pasadas las 48 horas si se detecta positivo el cultivo se declara inhábil el esterilizador, procediendo a brindarle servicio técnico.
- El registrador gráfico de temperatura y presión indicará las máximas y las mínimas alcanzadas en la esterilización diaria, por lo que hay que reemplazarlos una vez al día.

#### **6.3.4 Manual de funcionamiento y operación de esterilizadores Omasa a vapor autogenerado en sistema de emergencia**

El equipo permite el funcionamiento manual en caso de que la computadora no registre la señal de los sensores de temperatura, lo que implica que el operario deberá realizar el ciclo de esterilización de forma manual, rigiéndose por presión y tiempo.

El ciclo normal de esterilización que se debe seguir para el funcionamiento de este equipo sin evadirlo es:

- Antes de poner a funcionar el esterilizador deberá drenarse rotando el selector (15), por 1 minuto evitando el golpe de ariete.
- Encender el equipo con el selector (11) y (6), rotando la llave de comando a la posición AUTO a la izquierda (10).
- Controlar que el selector rotativo (12) esté en la posición CERO.
- Si el esterilizador está inicialmente frío, esperar de 50 a 60 minutos para que alcance la temperatura y presión deseada en T2 ( $132^{\circ}\text{C}$  y  $2.5\text{E}+05\text{ N/m}^2$ ), si el esterilizador ya estaba funcionando con vapor de la red central tomará 10 minutos para alcanzar la temperatura y presión de T2 en la precámara.
- Abrir la puerta accionando la palanca hacia abajo (8) oprimiendo a la vez el selector (14), introducir el material y cerrar nuevamente la puerta con la palanca hacia arriba (8) oprimiendo el selector (14).
- Rotar la llave de comando de AUTO a MANUAL y espere el calentamiento de la precámara y cámara, hasta alcanzar la presión de  $2.5\text{E}+05\text{ N/m}^2$  (2.5 bar) en cada una de éstas, lo que indica que el equipo está listo.
- Rotar el selector manual (7) a la posición No. 1, dando inicio a un ciclo de vacío en el interior de la cámara controlando que el manómetro indique al menos  $-1.5\text{E}+05\text{ N/m}^2$  (-1.5 bar) durante 3 minutos.
- Rotar el selector manual (7) a la posición No. 2, verificar que el vacío disminuya y se alcance una presión de  $2.5\text{E}+05\text{ N/m}^2$  (2.5 bar) en un lapso de 10 minutos.
- Rotar el selector manual (7) a la posición No. 3, controlar que el manómetro de la cámara baje a  $-1.8\text{E}+05\text{ N/m}^2$  (-1.8 bar), que la presión suba regularmente en el interior de la cámara y alcance valores de  $2.1$  a  $2.3\text{E}+05\text{ N/m}^2$  (2.1 a 2.3 bar).



- Desde este momento en el interior de la cámara hay 132° C necesarios para la esterilización durante 10 minutos.
- Rotar el selector manual (7) a la posición No. 4 y controlar que en el interior de la cámara sea descargada la presión y después de algunos instantes se forme el vacío en un lapso de 10 minutos.
- Rotar el selector manual (7) a la posición No. 5 y controlar que la presión en el interior de la cámara alcance después de algún tiempo en el manómetro 0 N/m<sup>2</sup> (0 bar).
- Rotar la llave de AUTO (10), abrir la puerta con la palanca (8) hacia abajo accionando el selector (14), esperar 15 minutos para el secado de la carga.
- Se retira el contenedor de la cámara del esterilizador y se coloca en el vehículo de transporte a la bodega de material estéril y las ampollas de cultivo son llevadas al laboratorio para su análisis.
- Pasadas 48 horas si se detecta positivo el cultivo se declara inhabil el esterilizador, procediendo a brindarle servicio técnico.

#### **6.4 Manual de operación del destilador de agua a vapor central**

El destilador de agua con que cuenta la Central de Equipos, produce al rededor de 20 litros/hora de agua destilada que a temperatura de 25° C, ph neutro de 7 (3), su proceso está compuesto de 3 etapas; evaporador, condensador y tanque de almacenamiento, alimentado a vapor central, el cual es controlado por una válvula común (ver figura 19).

La destilación de agua es la única forma de purificación garantizada para producir agua libre de elementos orgánicos e inorgánicos, el agua del tanque diario no podrá ser considerada estéril por más de 8 horas.

El procedimiento a seguir en el funcionamiento es el siguiente:

- Drene el evaporador y el depósito de diario antes de encender el equipo, a través de la válvula de descarga del hervidor (S5) y la llave de suministro de H<sub>2</sub>O destilada (S6).
- Rote el selector de encendido a la posición ON, iluminándose los niveles visuales del evaporador y del depósito de diario.
- Verifique que la presión en el presiómetro alcance  $2.5E+05 \text{ N/m}^2$  (2.5 bar).
- Inspeccione si la luz ultravioleta (Uv1), esta encendida y si el nivel de agua se incrementa, si esto no sucede en un período de 30 minutos llame al servicio técnico.
- Tire al drenaje los primeros 20 litros de agua destilada.
- Asegúrese que el recipiente de transporte y almacenamiento de agua sea estéril.
- Mantenga limpia la válvula de descarga para evitar contaminación.
- Al finalizar el período de esterilización la válvula de descarga del hervidor (5), deberá ser purgada cuidadosamente todos los días.

## **7. MANTENIMIENTO A EQUIPO DE ESTERILIZACIÓN Y DESTILACIÓN DE AGUA**

Un adecuado mantenimiento de los recursos físicos y equipo, indudablemente, contribuye a la calidad en la prestación de los servicios de salud; primero porque el contar con equipo e instalaciones funcionales permiten un buen desempeño del personal operativo; segundo porque se logra economía en la utilización de recursos al incidir en la eficiencia; y tercero porque coadyuva al logro de un buen grado de satisfacción de parte del usuario de los servicios.

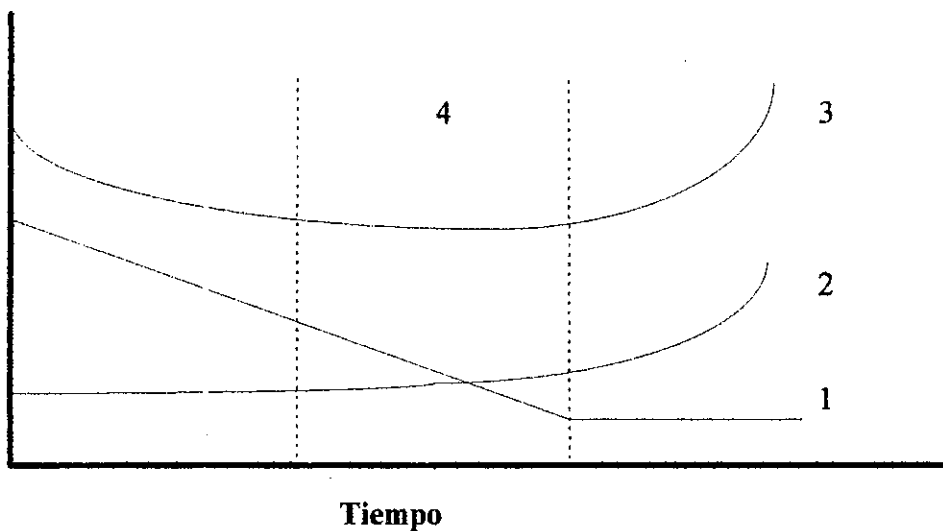
### **7.1 Mantenimiento preventivo a equipo de esterilización y destilación de agua**

Se reconoce como mantenimiento preventivo el conjunto de actividades tendentes a proveer un cuidado continuo y sistemático de los equipos de esterilización y destilación en la Central de Equipos y su finalidad primordial es la de conservar niveles apropiados de confiabilidad y seguridad en el funcionamiento de los mismos durante la totalidad de su vida útil. La asignación de una importancia equilibrada por parte de la Sección de Ingeniería a las actividades de mantenimiento preventivo constituye un proceso muy difícil de lograr; lo que conlleva a la adjudicación de recursos apropiados, tanto en cantidad como en calidad.

Uno de los factores importantes es la distribución adecuada del presupuesto entre labores de mantenimiento preventivo y de reparaciones, en el caso del (H.G.A) que tiene establecido un nivel óptimo de operatividad del equipo, según el cual el 80 % de los equipos deben estar funcionando, por lo que es necesario un programa general de mantenimiento basado en labores preventivas y correctivas, al cual se le asignan todos los recursos necesarios y una propuesta de la distribución de los mismos entre éstas, se realiza según la figura 29 gráficamente.

**Figura No. 29 Costos de mantenimiento por equipo en la Central de Esterilización**

**Inversión de mantenimiento**



- Curva No. 1 Costo de mantenimiento preventivo,
- 2 Costo del mantenimiento correctivo,
- 3 Costo general de mantenimiento,
- 4 Intervalo para la sustitución de equipo.

La curva identificada con el número uno (curva del costo de mantenimiento preventivo), establece la relación de costos de un programa de mantenimiento preventivo en función del tiempo, sin considerar efectos inflacionarios. La inversión inicial es alta ya que debe contemplar la formulación del programa, las adquisiciones y el desarrollo de procesos técnicos, logísticos y administrativos. Si el programa está bien implementado, el costo total tenderá a disminuir hasta alcanzar su límite inferior, el cual viene determinado por sus costos fijos.

Por otro lado, la curva número dos (curva del mantenimiento correctivo), refleja el comportamiento de los costos de reparación de los equipos en función del tiempo, en ella se observa que la incidencia de estos costos es baja cuando el equipo es nuevo, aumentando gradualmente con el transcurso del tiempo.

Por su parte, la curva número tres (curva del costo general de mantenimiento), sería la sumatoria de los costos de las labores preventivas y correctivas, es decir, los costos del programa general de mantenimiento preventivo.

Un análisis superficial de esa curva, evidencia la existencia de un nivel óptimo de inversión de labores de mantenimiento, el cual viene definido por el tiempo de uso de los equipos; sin embargo, la determinación de este nivel es casi imposible de ejecutar en la práctica, por lo tanto, la Sección de Ingeniería funciona bajo estos principios, utilizando un rango de niveles en su lugar, que le indica el intervalo para la sustitución del equipo.

La elaboración de las curvas antes mencionadas está basado en el procesamiento de datos obtenidos en el campo, cuya recabación es responsabilidad del técnico de mantenimiento.

En consecuencia, éste debe entender que las labores de mantenimiento preventivo, conllevan una parte administrativa de primordial importancia, la cual suele ser subestimada e incluso no realizada del todo.

El mantenimiento preventivo propiamente dicho es el cuidado sistemático que deben recibir los equipos e instalaciones, se basa en una utilización adecuada por parte de los operadores y en una inspección periódica por parte del personal técnico, ambas actividades deben estar apoyadas por un servicio contratado confiable y oportuno.

## **7.2 Nivel de mantenimiento preventivo**

El programa de mantenimiento preventivo integral involucra las labores de un gran número de personas, trabajen éstas o no en la Sección de Ingeniería, el cual puede ser clasificado así:

- Operadores.
- Técnicos de la Sección de Ingeniería.
- Técnicos de servicio contratado.

Todo programa de mantenimiento preventivo debe estar apoyado por un servicio de reparaciones, sea éste interno o contratado.

En el H.G.A. el programa de mantenimiento preventivo está bajo la responsabilidad de la Sección de Ingeniería con el apoyo de su Departamento de Equipo Médico, cuando éste se implemente.

La responsabilidad de la Sección es evaluar esas condiciones mínimas y corregir deficiencias mediante acciones técnico administrativas apropiadas, garantizando de esta forma un funcionamiento adecuado y seguro, tanto de las instalaciones como del equipo.

Cuando un trabajo se realiza por un grupo de personas, se deben establecer criterios básicos que permitan obtener resultados homogéneos de parte del grupo. En el caso particular bajo estudio, se trata de definir el significado de una rutina de mantenimiento bien realizada, de esta forma se facilitará la labor del técnico en lo que respecta a la toma de decisiones, sin limitar la iniciativa individual, al contrario orientarla hacia el objetivo general que persigue la Sección de Ingeniería.

Los criterios de calidad que se presentan a continuación son aplicables a los equipos de esterilización y destilación de agua, de acuerdo a los diferentes principios de operación:

- Los sistemas de monitoreo tales como manómetros, termómetros, lámparas piloto, indicadores de nivel deberán funcionar apropiadamente.
- Los mecanismos de cierre tanto de las puertas como de las tapaderas, deberán operar libremente y estar ajustados para garantizar un sello apropiado.
- Ningún empaque tanto de hule como de neopreno deberá presentar agrietamiento o desgaste excesivo al punto de impedir un sello apropiado.
- Ninguna de las cámaras tanto de agua como de vapor, deberán presentar signos excesivos de corrosión, óxido, incrustaciones ni partes débiles.

- No deberá haber ninguna fuga de agua, vapor, gas, aire, en las tuberías, válvulas, empaques de válvulas, reguladores, generadores de vapor, depósitos, bombas de vacío, exceptuando los escapes normales de algunos componentes tales como las trampas termostáticas.
- Los calefactores deberán proveer la temperatura y presión adecuada en el tiempo prescrito bajo condiciones normales de operación, retardo significativo en este sentido es indicador de un deterioro avanzado que debe ser investigado y corregido.
- Todas las válvulas, reguladores, controles, trampas de vapor y dispositivos de vacío deberán funcionar adecuadamente. Las válvulas de seguridad son de primordial importancia y ningún equipo debe continuar en funcionamiento si su válvula de seguridad está dañada o defectuosa.
- Los conectores eléctricos, interruptores, selectores, protectores contra sobrecorrientes, relés, fusibles o cualquier otro dispositivo no deberán presentar grietas, rupturas, ni signos de quemadura y deberán estar firmemente sujetos de un rango adecuado para lo que se pretende proteger y todas las instalaciones eléctricas deben contar con un sistema apropiado de puesta a tierra.
- Las piezas y accesorios defectuosos deberán ser sustituidos por piezas originales, cuando eso no sea posible las sustituciones deberán ser aprobadas por el jefe de la Sección de Ingeniería.

Ya que cada grupo tiene asignado uno o varios niveles de responsabilidad dentro del conjunto de labores que constituyen un plan integral de mantenimiento, que a continuación se describen.



### **7.2.1 Nivel primario de mantenimiento preventivo en los equipos de esterilización y destilación de agua**

El papel que juega el operador del equipo, en un programa de mantenimiento preventivo, es de primordial importancia ya que se ha comprobado que un porcentaje significativo de las fallas que presenta el equipo, se debe al mal uso y poco cuidado que éste recibe de parte del operador; por lo tanto, es imprescindible la implementación del nivel primario de mantenimiento, en el cual se establecen las responsabilidades del operador utilizando las rutinas siguientes:

#### **a) Rutinas de mantenimiento preventivo en el equipo de esterilización y destilación de agua antes de la operación**

Antes de operar el equipo es necesario asegurarse de que el mismo está en condiciones de ser usado, incluyendo la existencia de los accesorios adecuados. El operador debe realizar esta función sistemáticamente, en base a la rutina de mantenimiento diaria y para normar la responsabilidad de los operadores del equipo, dentro del plan integral de mantenimiento es necesario que se elabore un chequeo utilizando como base la boleta de la figura No. 30 (registro de equipo), la que estará bajo la supervisión de la Sección de Ingeniería para cada equipo, sin pretender en ningún momento que sustituirá a su manual de operación.

La ejecución de las rutinas que se expondrán en la figura No. 30, son responsabilidad del operador del equipo, ya que siguiendo las recomendaciones de los manuales de operación y la boleta de registro de equipo, contribuirá a prolongar la vida efectiva de éste, reparaciones costosas y retrasos; logrando condiciones de operación seguras y confiables en la Central de Equipos.

**b) Rutinas de mantenimiento durante la operación del equipo de esterilización y destilación de agua**

Durante la operación del equipo el operador debe detectar situaciones que puedan dañar al equipo o herir al personal, aspectos tales como lecturas erráticas de los medidores, producción de chispas, sonidos anormales, olores, calentamiento u otras evidencias de funcionamiento inadecuado deben ser investigadas inmediatamente y reportadas a la Sección de Mantenimiento.

Por lo que es necesario que el operario, esté familiarizado con las condiciones normales de funcionamiento del equipo, lo que facilitará la diferenciación entre lo normal y lo anormal, utilizando la bitácora de la figura No. 30, en el momento que se presente una falla deberá anotar los desperfectos ocasionados.

**c) Rutinas de mantenimiento después de la operación del equipo de esterilización y destilación de agua**

Estas rutinas incluyen procedimientos de conservación, el equipo y sus accesorios deben limpiarse de óxidos, soluciones, polvo, hilos o cualquier otro desecho debe ser removido, se debe cortar el suministro de agua, vapor y electricidad; finalmente el equipo se debe proteger hasta su próximo uso; reportando cualquier anomalía en la boleta de la figura No. 30 de cuidados básicos por el operador del equipo.

## Figura No. 30 Boleta de registro de mantenimiento en los equipos de esterilización y destilación de agua

Hospital General de Accidentes

Central de Equipos

No. De reporte: \_\_\_\_\_

### CUIDADOS BÁSICOS POR EL OPERADOR DEL EQUIPO

Nombre del equipo: _____		No. de bien: _____	
Modelo: _____		No. de serie: _____	
Nombre del operador: _____		Fecha de revisión: _____	
Lista de tareas a realizar			
antes de la operación	durante la operación	después de la operación	
<p><b>Esterilizador a: gas óxido de etileno</b></p> <p><input type="checkbox"/> Nivel de agua del depósito.</p> <p><input type="checkbox"/> Presión de aire comprimido.</p> <p><input type="checkbox"/> Suministro de energía eléctrica.</p> <p><input type="checkbox"/> Limpieza de la Cámara.</p> <p><b>A vapor central y autogenerado</b></p> <p><input type="checkbox"/> Drenado de la precámara.</p> <p><input type="checkbox"/> Limpieza de la cámara con escoba.</p> <p><input type="checkbox"/> Limpieza del filtro de la cámara.</p> <p><input type="checkbox"/> Verificar nivel de agua del generador de vapor.</p> <p><input type="checkbox"/> Verificar el sistema de monitoreo (presión y temperatura).</p> <p><b>Destilador de agua a vapor central</b></p> <p><input type="checkbox"/> Drenar depósito del evaporador.</p> <p><input type="checkbox"/> Drenar depósito de diario.</p> <p><input type="checkbox"/> Verificar nivel de agua.</p> <p><input type="checkbox"/> Verificar el sistema de monitoreo.</p> <p><input type="checkbox"/> Encender el equipo.</p> <p><input type="checkbox"/> Limpiar la válvula de suministro H<sub>2</sub>O destilada</p>	<p>Comprobar el funcionamiento del extractor de aire de la cámara.</p> <p>Comprobar el suministro de energía.</p> <p>Verificar si existe algún despliegue de códigos en la pantalla.</p> <p>Verificar la existencia de sonidos y olores anormales.</p> <p>Verificar si hay fugas de vapor o condensado.</p> <p>Verificar el nivel de agua.</p> <p>Verificar el funcionamiento de la válvula de seguridad.</p> <p>Drenar el depósito de diario durante las dos primeras horas de trabajo.</p> <p>Verificar el nivel de agua de suministro y de H<sub>2</sub>O destilada.</p> <p>Verificar el sistema de monitoreo (presión y temperatura).</p>	<p>Verificar los resultados del control Utilizado en la esterilización (+/-).</p> <p>Retirar los envases del kit de la ampolla de óxido de etileno.</p> <p>Verificar que no se desconecte el equipo de la corriente eléctrica y apagarlo.</p> <p>Chequear si las condiciones del empaque de puerta son las apropiadas.</p> <p>Verificar el nivel de agua del generador de vapor.</p> <p>Verificar el buen funcionamiento del sistema de monitoreo de presión, Temperatura de cámara y precámara.</p> <p>Drenar el depósito del evaporador.</p> <p>Verificar el buen funcionamiento del sistema de monitoreo de temperatura y presión.</p> <p>Apagar el equipo.</p>	
<p><b>Reporte de fallas presentadas en el día:</b> _____</p> <p>_____</p>			
Visto bueno de la Jefe de servicio: _____		Persona que recibe en la Sección de Ingeniería: _____	

## **7.2.2 Nivel secundario de mantenimiento preventivo**

Este nivel de mantenimiento conlleva labores periódicas de inspección, pruebas de operación, cuidados básicos y verificación de las actividades del nivel primario, su ejecución es responsabilidad de un técnico de mantenimiento con conocimientos básicos en el equipo de esterilización y destilación de agua, mensualmente.

La inspección periódica persigue la detección y corrección de fallas incipientes, con lo cual se evitaría el gasto que significa una reparación mayor. La inspección puede ser visual u operacional (pruebas operacionales).

Los cuidados básicos se refieren a las rutinas de limpieza, lubricación, ajuste y calibración. Para todas estas labores, el técnico de mantenimiento debe proceder de forma conciente y cuidadosa; también debe conocer a cabalidad el funcionamiento del equipo al que le brinda servicio, debiendo corregir pequeñas fallas; las mayores deben ser reportadas a la Sección de Mantenimiento, donde se programará su reparación.

Para finalizar el técnico de mantenimiento debe cumplir con las tareas administrativas, las cuales son de primordial importancia para la gestión de mantenimiento tales como la planificación del servicio de mantenimiento con personal interno de la Sección de Ingeniería o reparaciones según contratos con Casas Comerciales.

El mantenimiento es básicamente un proceso de servicio que cuando se ejecuta a través de contratos debe ser supervisado eficientemente, las bases dependen en menor o mayor grado de la magnitud del trabajo.

Si el técnico está a cargo del contrato de un equipo de esterilización, tiene la facilidad de comunicarse con todo el personal bajo su mando, pero a medida que el servicio crece en magnitud, la supervisión se hace más remota y por consiguiente se hace necesario el establecimiento de planes, en términos generales se pueden señalar las bases de la supervisión en los equipos de la Central de Esterilización:

- Vigilar el fiel y estricto cumplimiento de los programas y especificaciones de los contratos aprobados para la ejecución del trabajo.
- Examinar cuidadosamente los repuestos y accesorios a utilizar en el trabajo y realizar la aprobación o rechazo oportuno, según se presente el caso.
- Rendir periódicamente los informes detallando el cumplimiento de la calendarización del trabajo.
- Aceptar o rechazar el trabajo en sus diversas etapas.
- Orientar, dirigir y vigilar el control de calidad de la empresa que presta el servicio, involucrándose en la mano de obra y repuestos o materiales conforme a especificaciones técnicas.

Como ayuda para esta supervisión se ha diseñado la ficha de control de mantenimiento contratado, ver figura No. 31 el que pretende mantener y estandarizar el historial de cada equipo, así como facilitar la labor de control de parte de la Sección de Ingeniería y que está compuesto por siete renglones indispensables para llevar un record del equipo.

# Figura No. 31 FICHA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO

No. \_\_\_\_\_

<b>Ficha de control de mantenimiento contratado</b>	<b>Compañía:</b> _____ <b>Dirección:</b> _____ <b>Teléfono:</b> _____ <b>Técnico:</b> _____		
<b>Datos generales</b>			
<b>Dependencia:</b> _____ <b>Ubicación del equipo:</b> _____ <b>Doc. que ampara el servicio:</b> _____ <b>Período:</b> _____	<b>Fecha:</b> ____ / ____ / ____ <div style="text-align: center; font-size: small;">                 Día                  Mes                  Año             </div> <b>Hora de:</b> ____ / ____ <div style="text-align: center; font-size: small;">                 Inicio                                  Finalización             </div>		
<b>Datos del equipo</b>			
<b>Aparato o equipo:</b> _____ <b>Marca:</b> _____ <b>Serie:</b> _____	<b>Modelo:</b> _____ <b>No. de bien:</b> _____ <b>Dependencia:</b> _____		
<b>Descripción del trabajo y/o reparaciones</b>			
_____ _____ _____			
<b>Descripción de repuestos utilizados</b>			
<b>Cantidad:</b>	<b>Descripción:</b>	<b>V/unitario:</b>	<b>V/total:</b>
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
<b>Costo total</b>		_____	_____
<b>Observaciones:</b> _____			
_____ _____			
<b>Nota:</b> Antes de firmar rectificar el tiempo trabajado, el buen funcionamiento del equipo, así como los repuestos utilizados en el servicio descrito anteriormente.			
_____ Firma y sello jefe de la Sección de Ingeniería	_____ Firma y sello encargado de departamento médico	_____ Firma y sello recibido del Servicio de conformidad	

- En el primer renglón se pondrá la identificación de la casa comercial, un aspecto importante es el número de teléfono de emergencia.
- El segundo renglón es exclusivo para el caso de reporte de averías y será llenado por el encargado del departamento de equipo médico, que hace la llamada al contratista.
- El tercer renglón en adelante es lo referente a la información técnica del equipo, el número de bien de inventario deberá quedar establecido para efectos de pago.
- En el cuarto renglón se anotara el trabajo desarrollado por parte del servicio técnico, lo que servira para cargar el reporte anual por equipo.
- El quinto renglón describe los repuestos o accesorios utilizados en el servicio o reparación estableciendo la vida útil del equipo.
- El espacio de observaciones es para indicar cualquier situación especial que deba darse a conocer para mejorar el funcionamiento del equipo.
- En el renglón de firmas establece la aceptación del servicio.

### **7.2.3 Nivel terciario de mantenimiento**

Bajo este nivel se catalogan las rutinas de mantenimiento correctivo que requieren mayor conocimiento del técnico que las ha de realizar, su ejecución es menos frecuente y usualmente requiere de equipos y herramientas especiales.

Debido a la habilidad técnica requerida y a la necesidad de equipos de prueba especiales, el personal del H.G.A. no podrá realizar las rutinas de este nivel, teniendo que recurrir al servicio contratado.

Todo programa de mantenimiento preventivo debe estar apoyado por un servicio de reparaciones sea éste interno o contratado; en el H.G.A. está bajo la responsabilidad de la Sección de Ingeniería, con el apoyo de su Departamento de Equipo Médico, cuando éstos se implementan.

Debiendo utilizar la ficha de control de mantenimiento contratado (ver figura No. 31), para dejar constancia en el archivo de registro de la Sección de Ingeniería de lo relacionado a cada equipo con todas sus características principales que permita en el futuro anticiparse a las fallas de sus elementos y así mantener un stock de repuestos y accesorios; lo que nos lleva a crear un listado de rutina de servicio mensual y semestral.

#### **a) Rutina de servicio mensual**

- Inspección general de los sistemas eléctricos, neumáticos, de vapor y mecánicos incluyendo la limpieza total.
- Verificación de la inexistencia de fugas de aire comprimido, vapor y condensado en los acoples del equipo.
- Comprobación del buen funcionamiento del mecanismo de puerta, motores de cierre, seguridad y empaque.
- Lubricación de los mecanismos de la puerta.
- Verificación del buen funcionamiento de la válvula reguladora de presión, así como su calibración.



- Limpieza del interior de la cámara del esterilizador, mediante el uso de detergentes que no contengan abrasivos.
- Comprobación del buen funcionamiento de la válvula de seguridad mediante la aplicación de presiones de vapor adecuadas.
- Revisión de las trampas de vapor.
- Limpieza del filtro principal de vapor, de entrada de aire.
- Verificación del funcionamiento de los calefactores, incluyendo posibles contactos a tierra, ajuste de los bornes y conexiones así como de los conectores.
- Comprobación del funcionamiento de presostatos y termostatos.
- Medición de fugas de corriente eléctrica.
- Verificación del nivel de aceite de compresores, consistente en cambio de aceite del motor, filtro de aire y drenar condensado del depósito de aire comprimido, así como de la unidad de mantenimiento.

#### **b) Rutina de servicio semestral**

- Limpieza general de todas las válvulas, incluyendo verificación del funcionamiento.
- Evaluación del funcionamiento general del equipo, particularmente el bus de tarjetas electrónicas de los sistemas semiautomáticos y automáticos.
- Verificación de las líneas de descarga al exterior y de cajas de registro.
- Limpieza del tanque del generador autocontenido de vapor y de los calefactores.
- Elaboración de informes y reportes del servicio realizado durante el semestre, para cada uno de los equipos en base a la ficha de control de mantenimiento contratado por cada equipo.

De acuerdo a las políticas de la Sección de Ingeniería del H.G.A. una parte de los equipos médicos han sido contratados a terceros, siendo el personal del Departamento de Equipo Médico los encargados de realizar la supervisión.

Estos contratos se han realizado por varios medios, pero en cada caso debe utilizarse un formato establecido para llevar un registro más oportuno del servicio que presta cada empresa contratada, el cual debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Descripción detallada del servicio a efectuar, si se trata de servicio preventivo o mantenimiento correctivo, indicando el trabajo realizado.
- Hora y fecha en que se realizó el servicio, repuestos utilizados y tiempo empleado.
- Es importante señalar que el visto bueno en el reporte del trabajo realizado dado por el personal de la Sección de Ingeniería, no significa compromiso de éste con la calidad técnica del trabajo realizado.
- El Departamento de Equipo Médico de la Sección de Ingeniería determinará el procedimiento para la realización del servicio de acuerdo a la ubicación del equipo y a la programación de actividades.
- El trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo se deberá realizar preferiblemente en períodos en los cuales el equipo no se está utilizando o en horas que no afecte sensiblemente la prestación del servicio, cuando la urgencia lo justifique, se podrán hacer labores de mantenimiento correctivo en horas no laborables del personal, con la previa aprobación de la jefe del servicio de la Central de Equipos. El servicio contratado debe incluir la atención de llamadas de emergencia las 24 horas del día en un plazo no mayor de 16 horas hábiles posteriores al reporte. La casa contratada llevará un registro de llamadas de mantenimiento correctivo, de la descripción del equipo y la falla reportada.

## **8. PLAN GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN LA CENTRAL DE EQUIPOS**

En el H.G.A. se presta atención a personas que han sufrido accidentes de diferente tipo, por lo que es necesario contar con los servicios siguientes: Laboratorio Clínico, Sala de Operaciones, Emergencia y un servicio que se dedique a la preparación y asepsia de todo el material médico quirúrgico que se utiliza, en este caso es la Central de Equipos.

Analizando el alto riesgo de contaminación microbiológica, accidentes diversos, desastres naturales en la mala operación de los esterilizadores a vapor o gas óxido de etileno, manejo del material quirúrgico y con el fin de eliminar cualquier riesgo para el afiliado, derechohabiente o empleado se propone la implementación de el Plan General de Seguridad e Higiene en la Central de Equipos y con la finalidad de reducir los riesgos antes mencionados a través de dos amplios puntos de vista.

El primer punto de vista se relaciona con el propósito de evitar lesiones al personal, al derechohabiente y al visitante, esta meta debe reflejar tanto un compromiso moral como un deseo personal de hacer todo lo que sea razonablemente posible para proteger contra cualquier lesión a toda persona que se encuentre no solo en la Central de Equipos si no en el H.G.A.

El segundo punto de vista se relaciona con el propósito de asegurar que la Central de Equipos cumpla con las normas establecidas por la autoridades administrativas, proveedores de servicios con licencias y patentes legalmente establecidas, este propósito apoya la continua existencia de la Central como una entidad en función manteniendo su capacidad para contribuir con el cuidado médico del H.G.A.

La higiene y la seguridad son elementos fundamentales en toda labor donde interviene el ser humano, materia prima, equipo, medio ambiente. Conociendo el proceso tecnológico de labores en la esterilización del equipo médico quirúrgico la estrategia para lograr que el programa sea operativo, es necesario definir los tres elementos principales para establecer un plan general de seguridad en la Central de Esterilización:

- a) **La identificación de peligros y riesgos.**
- b) **La prevención de peligros y riesgos.**
- c) **Documentación.**

### **8.1 Identificación de peligros y riesgos**

El elemento identificación es multifacético y los diversos peligros y riesgos a los que está expuesto el personal puede relacionarse con las tareas ejecutadas tanto en circunstancias de rutina como en circunstancias anormales en su ambiente de trabajo. Los peligros implicados con el equipo pueden relacionarse con el uso que se hace de éste, ya sea que no funciona en forma correcta, que no se emplea de forma adecuada o que no funciona del todo. También pueden existir peligros en los sistemas de ventilación e iluminación.

Estableciendo la política a seguir y proponiendo el programa a poner en marcha para una buena organización que promueve el sistema de control operacional. Los factores que se tomarán en cuenta para el logro eficaz son los siguientes:

**a) Factor humano**

El hombre como elemento básico del sistema de producción, es complejo en sí mismo, en él se presentan características antropológicas, psicológicas así como situaciones de tipo económico, idiosincrasia de grupo, si cada individuo en particular es complejo y se considera que en la Central de Equipos hay varios individuos, la tarea de homogenizar es difícil, pero no imposible, por ello es necesario evaluar el medio ambiente y las condiciones que presenta cada uno de ellos en su lugar de trabajo.

**b) Factor fisiológico**

El ser humano por naturaleza presenta irregularidades en su organismo, pero en su mayoría a causa del trabajo, sin ningún tipo de control aumenta el riesgo a su salud, ejemplo:

- Bajo rendimiento físico, por deficiente régimen alimenticio.
- Fatiga física, por tiempos prolongados de trabajo.
- Características antropométricas fuera de lo común, de acuerdo al puesto de trabajo, lo que incide sobre cualquier actividad.
- Disminución general de los sentidos principales.

### **c) Factor físico**

Todo ser humano es capaz de adaptarse al medio que lo rodea, por lo que evaluaremos las áreas de Servicios Varios y de Salas Quirúrgicas de la Central de Equipos, en cuanto a iluminación, ventilación, higiene y seguridad. Pero todo esto no quiere decir que sea inmune a estos elementos de riesgo, sino que el tiempo de exposición a estos factores, redundará en enfermedades de carácter crónico o accidentes innecesarios.

### **d) Iluminación**

El propósito de la iluminación en la Central de Equipos es asegurar una eficiente y cómoda expedición del cuidado médico y ayudar en la reducción de accidentes o lesiones al personal, contribuyendo a evitar errores y equivocaciones en la complementación de tareas, reducción de accidentes y mejorar el mantenimiento.

### **e) Ventilación**

Desde el inicio de la Central de Equipos en la nueva instalación del H.G.A. el personal paramédico ha tenido dentro de sus preocupaciones principales la de mantener una adecuada ventilación en el área de trabajo en épocas calurosas; ya que en la actualidad la ventilación natural es la única con que cuenta y se necesita controlar la humedad, temperatura y calidad del aire (eliminación de contaminantes).

## **f) Orden y limpieza en el área**

Uno de los mayores riesgos es la aglomeración de materiales diversos tales como envases plásticos, cajas de cartón, rollos de papel grado médico, gasa, algodón, contenedores de ampollas de óxido de etileno, polines; lo que genera polvo, viruta y contaminación causando desorden, falta de higiene, mal aspecto que influye en el bajo rendimiento del trabajo de los operarios.

### **8.2 Prevención de peligros y riesgos**

La prevención de peligros y riesgos en la Central de Equipos se plantea en base a las dos etapas siguientes:

- La eliminación o control directo del peligro.
- La supervisión y educación del trabajador.

#### **8.2.1 Eliminación o control directo del peligro**

La jefatura del servicio de la Central de Equipos es la persona responsable de acuerdo a su experiencia técnica para reconocer peligros y tomar medidas preventivas como la de sustituir equipo médico quirúrgico, de esterilización y destilación de agua, cambio en los procedimientos de utilización del equipo de acuerdo a los manuales que se desarrollarán en capítulos anteriores, la adición de instrumentos de protección y seguridad, correcta iluminación, un sistema funcional de ventilación mecánica, un programa de orden, limpieza y seguridad.

seguridad, correcta iluminación, un sistema funcional de ventilación mecánica, un programa de orden, limpieza y seguridad.

### a) Iluminación

El nivel de iluminación (flujo luminoso por unidad de área) adecuado en el área de esterilizadores es de 500 a 1,000 lux de acuerdo a la Sociedad de Ingenieros Eléctricos de EEUU; el área en la actualidad tiene un promedio lumínico de 800 lux según el estudio realizado de la iluminación a través del método de rendimiento.

Con luminarias de tipo semidirecta, difusores clase B (más extensiva, siendo un requisito de ausencia de deslumbramiento) y en base a la tabla Westing House 1973, el diseño de luminarias para los ambientes es de tubos de 40 watt con 3,200 lúmenes iniciales y vida útil de 18,000 horas en la tabla XIV se detalla la distribución.

**Tabla XIV Distribución de luminarias por ambientes**

Ambiente	Luminarias	Tubos/Luminaria	Espaciamiento a lo largo y ancho
Recepción de equipo de servicios varios y salas quirúrgicas	2	4	1.75 metros, 3 metros.
Empaque, lavado y secado	12	2	2.25 metros, 2 metros.
Esterilizaci	12	2	3 metros, 3 metros.



<b>Esterilización a gas</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3 metros, 3 metros.</b>
<b>Entrega de equipo a servicios varios</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1.75 metros, 2.25 metros.</b>
<b>Bodega de servicios varios y salas quirúrgicas</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2.5 metros, 1.12 metros.</b>

## **b) Ventilación**

El sistema de ventilación adecuado para la Central de Equipos en base a la eliminación de contaminantes bacteriológicos, cae en la categoría de altamente tóxicos por lo que debe de utilizarse ventilación de expulsión local basada en el concepto de la eliminación total de contaminantes a través de 20 ciclos de inyección por hora, que cuentan con los siguientes elementos:

Una campana de expulsión que se coloca muy cerca de la fuente, un sistema de conductos que es un canal cerrado que dirige el aire contaminado a un dispositivo de limpieza de aire o con descarga directamente al exterior, un dispositivo de limpieza de aire que esta provisto de un filtro de aire (HEPA) de gran eficiencia que recoge partículas tan pequeñas como de  $0.3 \text{ E-}06$  de diámetro y por ultimo se requiere de un impulsor de aire o ventilador para hacer que el aire contaminado circule por el sistema de expulsión local.

aire que esta provisto de un filtro de aire (HEPA) de gran eficiencia que recoge partículas tan pequeñas como de  $0.3 \text{ E-}06$  de diámetro y por ultimo se requiere de un impulsor de aire o ventilador para hacer que el aire contaminado circule por el sistema de expulsión local.

### **c) Programa de orden y limpieza**

El término orden y limpieza no debe confundirse con un simple barrido, ya que es una situación ordenada de las disposiciones, material quirúrgico, equipo de esterilización, materia prima y suministros.

Para darle seguimiento en la Central de Esterilización se recomienda lo siguiente:

- Orden y limpieza general en el área de trabajo, en equipo y sus alrededores.
- Higiene en el área de sanitarios, baños y vestidores.
- Eliminación adecuada de botellas, envases, cajas y desperdicios del proceso.
- Prevención y eliminación de fugas de agua, vapor, aire comprimido, óxido de etileno, grasas y aceites.
- Retirar del área de trabajo el equipo que no se está utilizando por estar discontinuado.
- Solicitar la adquisición de estanterías para la colocación de la materia prima debidamente identificada.

#### **d) Programa de seguridad**

El objetivo es crear las condiciones de trabajo seguras para cada empleado, mediante el programa de seguridad en la Central de Equipos:

- Inspección y observación continua para detectar y eliminar prácticas y condiciones inseguras.
- Velar porque se mantengan las Instalaciones de las redes de agua, vapor, aire comprimido y drenajes en buen funcionamiento.
- Establecer un comite de seguridad en la Central que exija el cumplimiento de las normas y reglas de seguridad del H.G.A. conformado por un grupo multidisciplinario y con participación de la Sección de Ingeniería, dicho grupo será el responsable de ejecutar el plan propuesto.
- Velar por el mantenimiento de las mangueras de tubería húmeda, ya que cada tres meses debe cambiarse de posición al dobles en el gabinete, el que debe permanecer sin llave con una presión de  $5.5 \text{ E}+05 \text{ N/m}^2$  (80 psig), cada seis meses deberá probarse, secando la manguera y colocando de nuevo en el gabinete.
- El mantenimiento de extintores, deberá realizarse anualmente, debiendo estar instalados adecuadamente a una altura de 0.80 metros, en lugares visibles.

### **e) Equipo de protección y vestuario a utilizar**

A todo el personal sin excepción alguna se le deberá capacitar en el uso de equipo para la realización correcta en sus labores, así mismo de la utilidad y forma de aplicación de los diferentes tipos de extintores de fuego y su ubicación, en caso de emergencia de fuego y evacuación de las instalaciones utilice la figura No. 37 en la que se indica el sistema contraincendio e interconexión de agua potable, salidas de emergencia y un detalle típico de un gabinete contra incendio.

El personal administrativo, médico, de mantenimiento u operario, que ingrese al área de esterilización debe solicitar se le proporcione el vestuario adecuado para permanecer dentro del área estéril y a continuación se describe:

- Maya para el cabello, pantalón, camisa, bata, mascarilla, cobertores de zapatos.
- Guantes de goma y cuero para servicios de mantenimiento u operación, de neopreno para manejo de químicos, lentes de protección personal en la elaboración de curaciones.

### **8.2.2 Supervisión y educación del trabajador**

Debido a que muchos de los peligros desafortunadamente no están sujetos a corrección física se debe de dar entrenamiento y supervisar directamente al personal para poder confiarles este tipo de problemas, acompañados de una buena motivación que es fundamental para proporcionar seguridad al empleado, derechohabiente y visitantes.

### **8.3 Fase de documentación**

La fase de documentación del plan de seguridad sirve a varios propósitos: primero el de funcionar como registro del programa, de manera que se pueda llevar a cabo el logro de las tareas de seguridad confirmadas mediante una constante supervisión; el segundo propósito es proporcionar documentación visual y concreta a las autoridades administrativas del H.G.A. y al Ministerio de Salud Pública, las que requieren un programa documentado y un tercer propósito es proporcionar un registro de acción que pueda utilizarse para revisar los esfuerzos de prevención y las causas de incidentes con anotaciones de lo que se ha realizado y por que se ha hecho. Dado un incidente, el registro también mostrará que el programa de seguridad o su ejecución pudo prevenir o tener fallas por descuidos.

## CONCLUSIONES

1. El equipo de esterilización a vapor con que cuenta el Hospital General de Accidentes es moderno, desde el punto de vista tecnológico; pero, es de fabricación Europea y actualmente no hay casa representante en Guatemala. Para la utilización y adaptación de este equipo fue necesario el reembobinado de los motores debido a que estaban diseñados para funcionar únicamente a 50 ciclos en 183 voltios y en Guatemala se utilizan 60 ciclos en 120/208 voltios; sin embargo, al funcionamiento del sistema electrónico que controla la operación del equipo no se le ha realizado ningún cambio; lo que causará desperfectos en las bobinas de los contactores debido a la alta frecuencia de trabajo, disminuyendo periódicamente la vida útil del equipo.
2. Debido a que se detectaron deficiencias en el montaje de los esterilizadores a vapor y del destilador de agua, así como de una mala operación de estos equipos se detectó la necesidad de elaborar manuales básicos para corregir las deficiencias. A la vez servirán para la instalación de nuevo equipo a nivel hospitalario, laboratorios farmacéuticos. Para la adecuada operación del equipo fue de vital importancia la elaboración de manuales de operación estandarizada con base al modelo y diseño del fabricante porque el Hospital General de Accidentes funciona con el 80 % del equipo médico las 24 horas del día.

3. En el Intituto Guatemalteco de Seguridad Social el proceso de esterilización a vapor es el método que más ventajas brinda, por ser práctico y económico, en virtud de que ha sido ampliamente utilizado y que ha dado buenos resultados. El método de esterilización a gas de óxido de etileno, con aireación directa desde la cámara del esterilizador, tiene su aplicación al esterilizar equipo médico y material quirúrgico sensible a altas temperaturas.

## RECOMENDACIONES

1. La Jefatura de la Central de Equipos del Hospital General de Accidentes debe velar porque se cumplan las normas de tiempo y temperatura en los procesos de esterilización de los equipos de curación o quirúrgicos. Según el estudio se determina que la esterilización más usual es por efecto físico (vapor bajo presión) ya que es el más económico de los procesos de esterilización aplicado a equipos e instrumental de acero inoxidable, tela, tambores de ropa, curaciones, caucho y cristalería (vease tabla IX).
2. El personal que labora en la Central de Equipos deberá tomar las precauciones necesarias y aplicar la esterilización por efecto químico a gas óxido de etileno para objetos de caucho duro, plástico, instrumentos telescópicos y miceláneos (ver tabla IX).
3. Las autoridades del Hospital General de Accidentes deben autorizar los gastos necesarios a la Sección de Ingeniería y Mantenimiento, quien es la encargada de normar los servicios de mantenimiento preventivo o correctivo a los equipos y redes de vapor, reguladoras de presión y trampas al final de línea ubicadas en la Central de Equipos, esto para retornar el condensado de vapor que no se utiliza al tanque de condensado ubicado en el cuarto de máquinas (calderas).



4. El personal técnico operativo y administrativo que específicamente intervenga en la adquisición de esterilizadores a gas óxido de etileno debe comprobar si en la unidad médica que lo requiere poseen aire comprimido (compresor de asiento de teflón) y si no lo hay debe especificarse en la solicitud de compra que el equipo cuente con extractor de gas, aireador incorporado en la cámara, que la ampolla de gas sea de uso comercial y que cuente con casa representante de la fábrica en Guatemala para adquisición de servicio técnico o repuestos.
  
5. Las autoridades médico administrativas que intervienen en la adquisición de destiladores de agua a resistencias eléctricas o a vapor central, deben tomar en cuenta los requerimientos indispensables para el funcionamiento con base en especificaciones técnicas que se detallan en el capítulo tres, de este trabajo tales como: capacidad de producción en galones por hora de agua destilada, dependiendo de las dimensiones del hospital y la capacidad de encamamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

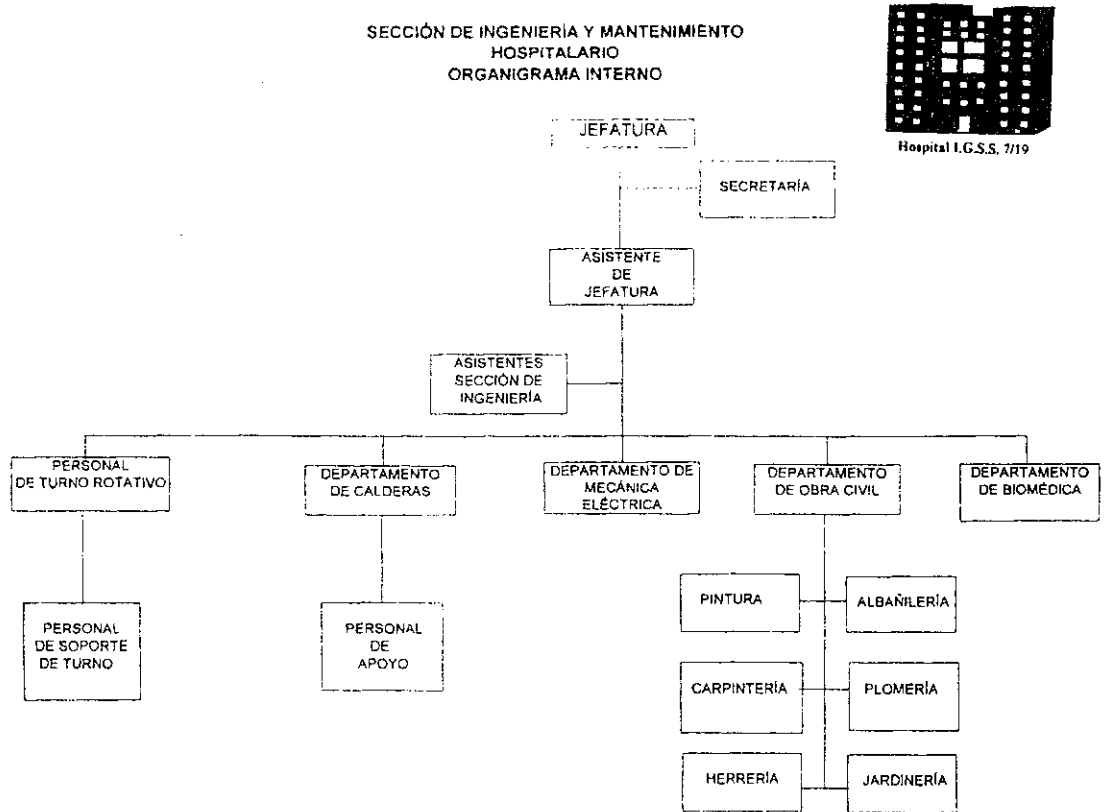
1. COGEFAR. "Manual de uso y mantenimiento". **Rev. Equipo de esterilización**, 6 (1): 25-30. 1996.
2. DIM-MSPAS, **Técnicas y mantenimiento preventivo de equipo de esterilización**. (Guatemala: Editorial OPS/OMS, marzo de 1992), p. 10-15.
3. MSPAS, **Técnicas y equipos de esterilización mecánica**. (Guatemala: Editorial División de Ingeniería y Mantenimiento, marzo de 1990), p.35-39.
4. Humberto Velásquez . División de Ingeniería IGSS Guatemala. 22 de septiembre de 1998. (Comunicación personal).
5. Efraín Isidro Alvarez. División de Ingeniería IGSS Guatemala. 10 de noviembre de 1998. (Comunicación personal).
6. Rony Miranda. Hospital de Accidentes. 2 de septiembre de 1998. (Comunicación personal).
7. Andreina de Urbizo. Laboratorio de Farmacia del IGSS. 3 de diciembre de 1998. (Comunicación personal).

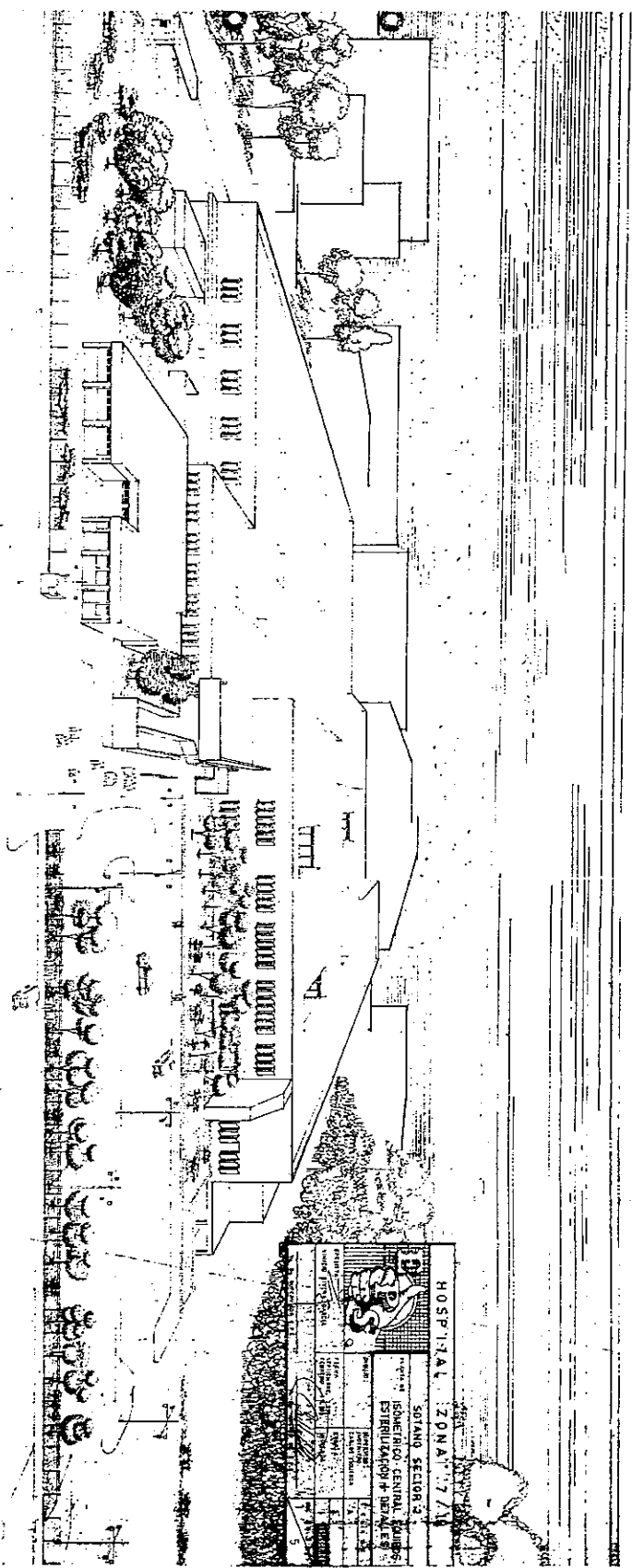
## BIBLIOGRAFÍA

1. COLMENARES de Guzmán, María. **Supervisión de Contratos de Mantenimiento**. Guatemala: s.e., noviembre 1994.
2. IGSS. **Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo**. Guatemala: Editorial imprenta IGSS, 1994.
3. KEMMER, Frank N. Y McCallion Johnn. **Manual del agua su naturaleza tratamiento y aplicaciones**. México: Editorial Mcgraw-Hill, marzo 1997.
4. **Manual de operación y partes de un destilador de agua**. Estados Unidos: Editorial Banster, 1996.
5. **Equipo de purificación de agua y esterilización para laboratorios**. Estados Unidos: Editorial Banster, 1997.
6. **Equipo contra incendios**. Guatemala Fabrigas: s. e. 1996.
7. MESSER, **Programa de capacitación en seguridad de gases médicos e industriales**. Guatemala. s.e 1999.
8. PÉREZ Rodríguez, Carlos Humberto. **Instalaciones Mecánicas, Laboratorio Neumática**. Guatemala: INTECAP, s.e. 1993.

# APÉNDICE

## Figura No. 32 Organigrama interno de la Sección de Ingeniería





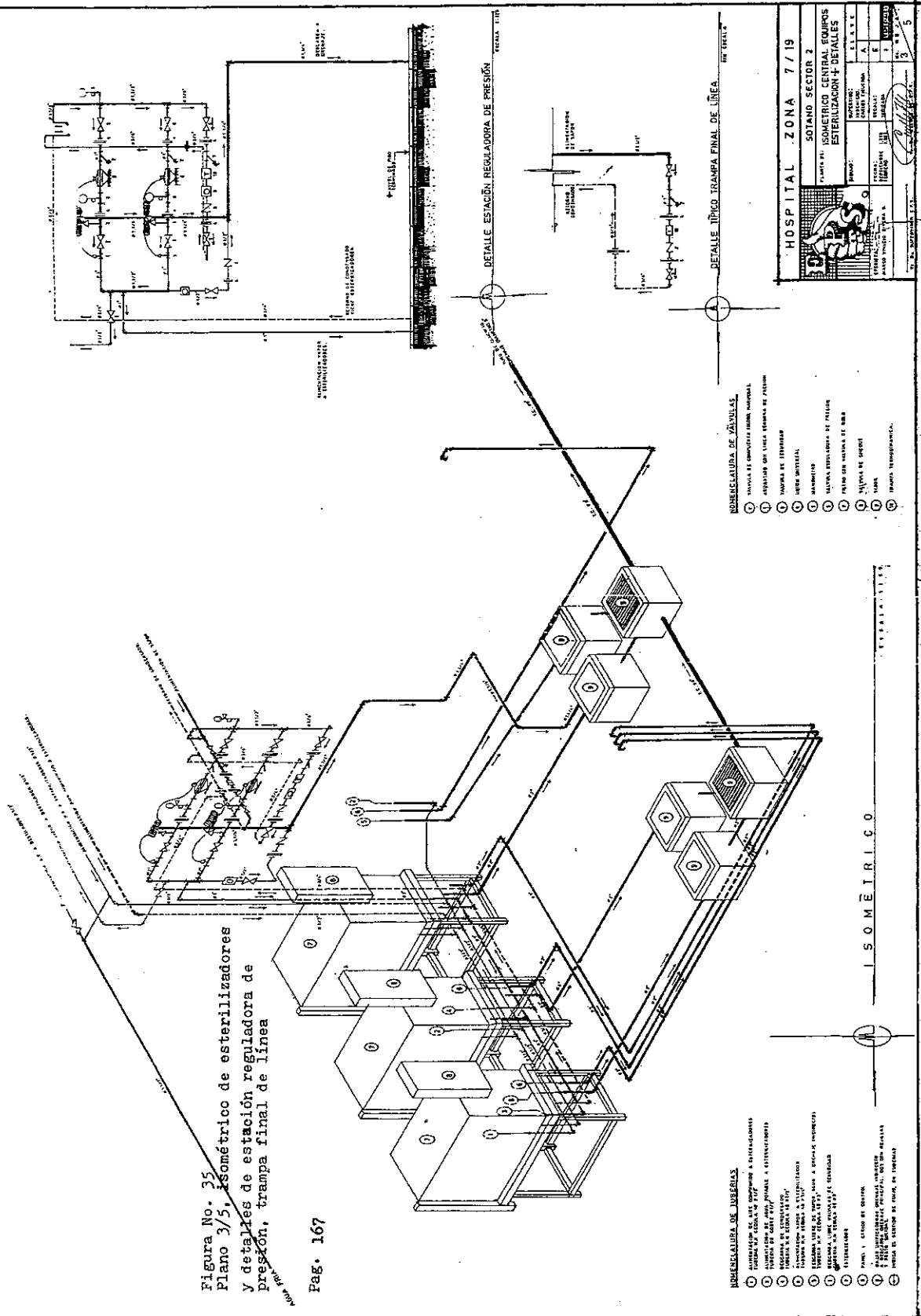
PERSEPECTIVA HOSPITAL 7/A  
 1/100 ESCALA

Figura No. 33  
 Plano 1/5, perspectiva del Hospital General de Accidentes  
 Pag. 165



Figura No. 35  
 Plano 3/5, Isométrico de esterilizadores  
 y detalles de estación reguladora de  
 presión, trampa final de línea

Pag. 167



- ISOMETRICA DE JUBERIAS**
- ① TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ② TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ③ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ④ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑤ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑥ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑦ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑧ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑨ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑩ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑪ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑫ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑬ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑭ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑮ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑯ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑰ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑱ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑲ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ⑳ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉑ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉒ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉓ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉔ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉕ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉖ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉗ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉘ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉙ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉚ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉛ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉜ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉝ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉞ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㉟ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊱ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊲ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊳ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊴ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊵ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊶ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊷ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊸ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊹ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊺ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊻ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊼ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊽ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊾ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES
  - ㊿ TUBERIA DE 1/2" DIAM. EN TUBERIA A ESTERILIZACIONES

- ISOMETRICA DE VALVULAS**
- ① VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ② VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ③ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ④ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑤ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑥ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑦ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑧ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑨ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑩ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑪ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑫ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑬ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑭ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑮ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑯ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑰ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑱ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑲ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ⑳ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉑ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉒ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉓ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉔ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉕ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉖ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉗ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉘ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉙ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉚ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉛ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉜ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉝ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉞ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㉟ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊱ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊲ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊳ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊴ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊵ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊶ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊷ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊸ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊹ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊺ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊻ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊼ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊽ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊾ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL
  - ㊿ VALVULA DE CERRAMIENTO NORMAL

**HOSPITAL ZONA 7/19**

PROYECTO: **ISOMETRICO CENTRAL EQUIPOS ESTERILIZACION Y DETALLES**

FECHA: 15/05/1975

ESCALA: 1/20

HOJA: 35

DE: 5

PROYECTISTA: [Signature]

REVISOR: [Signature]

APROBADO: [Signature]

ENCARGADO: [Signature]

PROYECTO: [Signature]

FECHA: 15/05/1975

ESCALA: 1/20

HOJA: 35

DE: 5

Figura No. 36  
 Plano 4/5, diagrama unifilar, planta de  
 instalaciones de la Central de Equipos  
 y detalles del destilador de agua,  
 esterilizador a gas óxido de etileno,  
 crecimiento progresivo del condensado  
 pag. 168

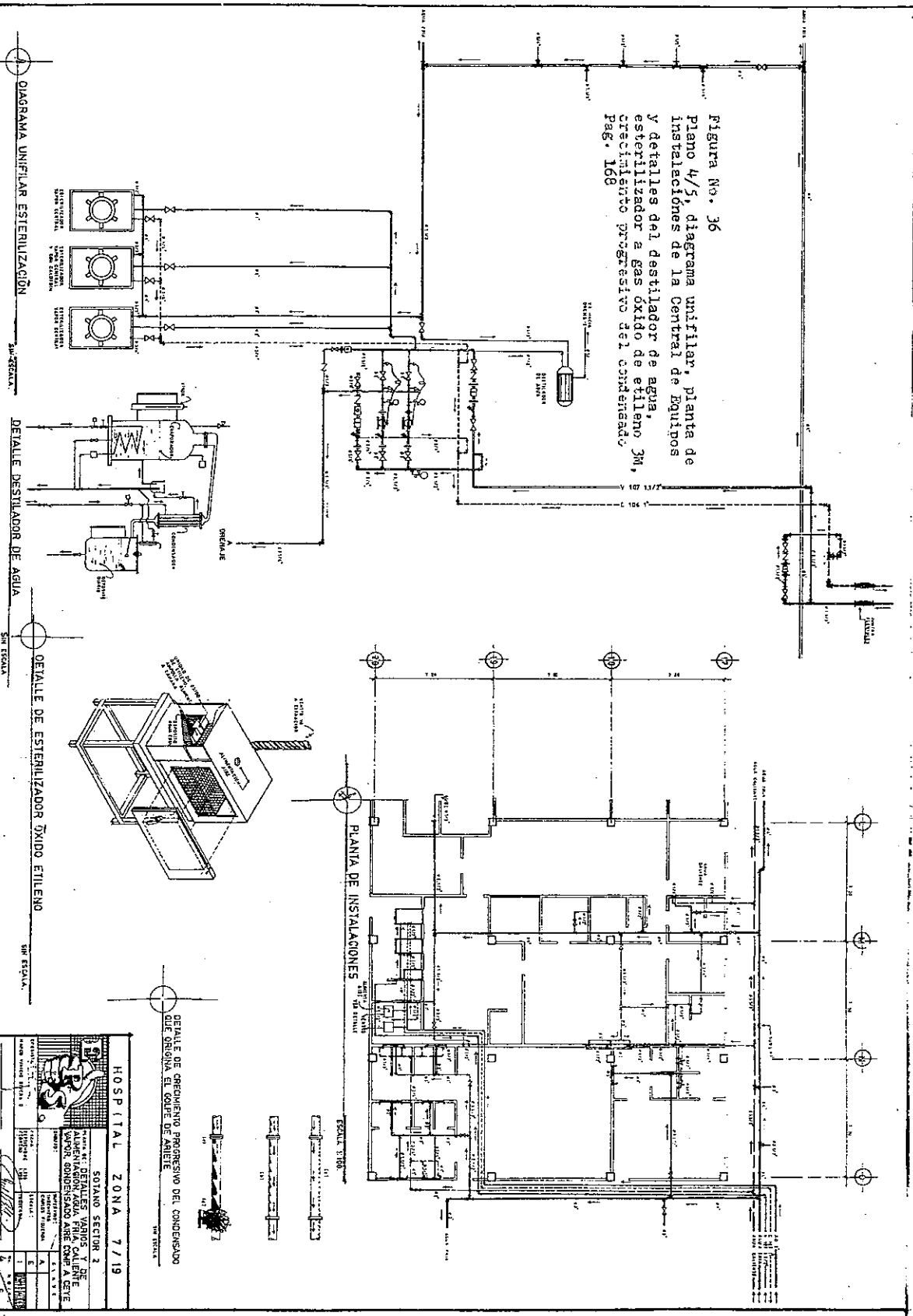


DIAGRAMA UNIFILAR ESTERILIZACION

DETALLE DESTILADOR DE AGUA

DETALLE DE ESTERILIZADOR OXIDO ETILENO

PLANTA DE INSTALACIONES

DETALLE DE CRECIMIENTO PROGRESIVO DEL CONDENSADO  
 QUE OPERA EN CONTE DE ANILAS

HOSPITAL ZONA 7/19

SOIANO SECTOR 2

PROYECTO DE: DETALLES VARIOS Y DE  
 ALBERGACION/AGUA FRIA CALIENTE  
 Y/OXIGEN/CONDENSADO AGUA COMP A GENTE

PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO
1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96
97	98	99	100		





## ANEXO

**Figura No. 38 Métodos de purificación del agua**

	Rechaza	Inversa	De- Ionización	Destilación
Sodio	●	●	●	●
Arsénico	●	●	●	●
Plomo	●	●	●	●
Cadmio	●	●	●	●
Nitrato	⊗	●	●	●
Sulfatos	●	●	●	●
Dureza del calcio	●	●	●	⊗
Dureza del magnesio	●	●	●	⊗
Fosfatos	●	●	●	⊗
Cloruros	●	●	●	⊗
Fluoruros	●	●	●	⊗
Alcalinidad	●	●	●	⊗
Bacterias fecales	●	●	⊗	●
Virus	●	●	⊗	●
Materia orgánica	●	●	⊗	●
(THM) y (TCE)*	●	●	⊗	⊗
Factor Ph	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>N</b>
Contaminantes radioactivos	●	●	●	●
Cloro	●	●	●	⊗
Pesticidas	●	●	⊗	●
Sedimentos	●	●	●	●
Mal sabor y olor	●	●	●	⊗

\*(THM) Trihalometanos; (TCE) Tricloroetileno



SI



NO



La mayoría de elementos

**N** Neutro