

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO



ESTUDIO ESPECIAL DE GRADUACIÓN

**SISTEMA CENTRALIZADO DE GASES MÉDICOS EN EL
HOSPITAL NACIONAL DE CUILAPA SANTA ROSA**

INGENIERO MECÁNICO HUGO RENÉ DE LEÓN DE LEÓN

Guatemala, mayo de 2007

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ESTUDIO ESPECIAL DE GRADUACIÓN

**SISTEMA CENTRALIZADO DE GASES MÉDICOS EN EL
HOSPITAL NACIONAL DE CUILAPA SANTA ROSA
POR**

INGENIERO MECÁNICO HUGO RENÉ DE LEÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN ARTES EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

Guatemala, mayo de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR:	Ing. Jose Arturo Estrada Martínez
EXAMINADOR:	Ing. Otto Fernando Andrino González
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**SISTEMA CENTRALIZADO DE GASES MÉDICOS EN EL HOSPITAL
NACIONAL DE CUILAPA SANTA ROSA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 27 de Abril del 2007.

Ingeniero Mecánico. Hugo René De León De León

GUATEMALA, MAYO DE 2007

AGRADECIMIENTOS

Al motor de mi vida que en momentos de desfallecimiento me conforta y me ayuda a seguir, no tengo mas palabras que decirte, Mil Gracias Dios.

A mis Padres:

Enrique, fue poco el tiempo que pude compartir contigo, pero tu gran ejemplo, tu amor y tu apoyo, siempre estaran en mi corazón mientras viva. Angela, tu esfuerzo, amor y apoyo incondicional, han sido un valuarte en mi vida, que este logro sea una forma de honrarlos por todo lo que han hecho, los amare por siempre.

A mis Hermanos:

Carlos, Olga Lidia, Fredy, gracias por su apoyo incondicional durante toda mi vida, los quiero mucho.

A mi Esposa:

Sigrid, te amo con todo mi corazon y te agradezco porque siempre has estado apoyandome y ayudandome no solamente en mi vida profesional sino en cada momento, eres mi complemento no lo hubiera logrado sin tí.

A mi Hijo:

Enrique Benjamín, gracias por tu comprensión, amor y ánimo dado durante esta maestría, pero sobre todo gracias por darme una nueva dosis de vida, te amo y eres mi máximo logro.

A mis Amigos.

Ingenierios, Loarca, Sarceño, Fong, tanto esfuerzo y perseverancia, hizo que lo logramos. A mis compañeros de la Maestría, el compartir las aulas con ustedes fue una experiencia inolvidable, considerenme su amigo por siempre.

Lic. Boris Calderón, gracias por ser siempre un amigo incondicional.

Un Agradecimiento Especial

Doña Cleli, gracias por su ayuda incondicional y el ánimo dado en todo momento, no tengo mas que esta forma de agradecerle.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, y muy especialemnte a la Facultad de Ingeniería.

Al Departamento de Instalaciones de Productos del Aire, gracias Edgar.

A todas las personas que de una u otra forma me ayudaron en este logro.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Aspectos generales	
1.1	Generalidades	01
1.2	Planteamiento del Problema	01
1.3	Objetivos	02
1.4	Justificación	02
1.5	Metodología	02
1.6	Alcance del trabajo	03
II:	Marco teórico	
2.1	Características de los Gases	04
2.1.1	Tipos de Gases	06
2.1.1.1	Gases Comprimidos	06
2.1.1.2	Gases Comprimidos Licuados	06
2.1.1.3	Gases Comprimidos Disueltos	06
2.1.1.4	Gases Criogénicos	06
2.1.3	Oxígeno	06
2.1.4	Nitrógeno	07
2.1.5	Acetileno	09
2.1.6	Argón	10
2.1.7	Hidrógeno	10
2.1.8	Helio	11
2.1.9	Dióxido de Carbono	12
2.1.10	Óxido Nitroso	13
2.2	Recipientes	13
2.2.1	Cilindros de Alta Presión	13
2.2.1.1	Tipos de Cilindros	14
2.2.1.1.1	Gases Comprimidos alta	14
2.2.1.1.2	Gases Comprimidos Licuados	14

2.2.1.1.3	Cilindros de acetileno	15
2.2.1.1.4	Identificación del gas	16
2.2.2	Termos Criogénicos	18
2.2.3	Tanques	18
2.2.3.1	Características	19
2.2.3.1.1	Construcción	19
2.2.3.1.2	Regulación Presión	19
2.2.3.1.3	Elementos de Seguridad	19
2.2.4	Redes Centralizadas	20
2.3	Accesorios	20
2.3.1	Válvulas	20
2.3.1.1	Tipos de Válvulas	21
2.3.1.1.1	Válvulas con sello	21
2.3.1.1.2	Válvulas Pin Index	21
2.3.1.2	Dispositivos de Seguridad	22
2.3.1.3	Conexiones de Salida	23
2.3.2	Reguladores	24
2.3.2.1	Estructura de un regulador	24
2.3.2.2	Tipos de Regulador	25
2.3.2.2.1	Regulador de una tapa	25
2.3.2.2.2	Regulador de dos tapas	26
2.3.3	Manómetros	27
2.3.4	Flujómetros	27
2.4	Riesgos comunes asociados a los gases	28
2.4.1	Alta Presión	28
2.4.2	Asfixia	28
2.4.3	Inflamabilidad	29
2.4.4	Explosión	29
2.4.5	Toxicidad	29
2.4.6	Corrosión	29
2.4.7	Oxidantes	29

2.4.8	Inflamabilidad Espontánea	30
2.4.9	Flujo Inverso	30
2.4.10	Frio Extremo	30
2.5	Normas	30
2.5.1	Normas básicas de Seguridad	30
2.5.2	Normas de manipulación de Cilindros	31
2.5.2.1	Manejo	31
2.5.3	Recepción	34
2.5.4	Almacenamiento	35
2.6	Normas de Seguridad	36
2.6.1	Oxígeno	36
2.6.2	Acetileno	39
2.6.3	Argón	39
2.6.4	Hidrógeno	40
2.6.5	Helio	41
2.6.6	Dióxido de carbono	41
2.6.7	Óxido Nitroso	42
2.7	Procedimientos Generales de Seguridad	42
2.7.1	Reglas de Seguridad en equipo	42
2.7.2	Prevención y control del fuego	43
2.7.3	Primeros auxilios	44
2.7.3.1	Asfixia	44
2.7.3.2	Respiración Artificial	44
2.7.3.3	Shock	44
2.7.3.4	Síntomas del shock	45
2.7.4	Orden y limpieza	45

III:	Implementación de un sistema centralizado de Gases Médicos En el Hospital Nacional de Cuilapa, Santa Rosa.	
3.1	Diagnóstico	47
3.2	Materiales y equipo de Distribución para redes de gases Médicos	49
	3.2.1 Características de un tanque criogénico	49
	3.2.2 Tubería de cobre y accesorios	50
	3.2.3 Soportería	50
	3.2.4 Manifold de Reserva	51
	3.2.5 Tomas para gases	51
	3.2.6 Válvulas de bola	52
	3.2.7 Cajas de válvulas	52
	3.2.8 Alarmas de área y maestra	52
	3.2.9 Bomba de vacío	53
3.3	Propuesta Técnica Hospital de Cuilapa	56
	3.3.1 Características de tanque criogénico	56
3.4	Comparación de tanque vrs. Cilindros	57
3.5	Métodos de seguridad y rutinas de mantenimiento de Redes de gases médicos	60
	3.5.1 Pruebas de presión estática	60
	3.5.2 Procedimientos para reparar un sistema	60
IV.	CONCLUSIONES	62
V.	RECOMENDACIONES	63
VI.	BIBLIOGRAFÍA	64

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Detalle de Cilindro.
2. Identificación del contenido de un cilindro.
3. Prueba Hidrostática.
4. Detalle del tanque criogénico.
5. Tanque Criogénico.
6. Red centralizada de gases médicos.
7. Válvula con sello de presión.
8. Válvula con Pin-Index.
9. Dispositivos de Seguridad.
10. Regulador.
11. Estructura de un regulador.
12. Regulador de un etapa.
13. Regulador de dos etapas.
14. Flujómetro.
15. Alta presión en cilindros.
16. Oxígeno.
17. Normas de Gases de Oxígeno.
18. Normas de Gases Acetileno.
19. Normas de Gases Argón.
20. Normas de Gases Hidrógeno
21. Normas de Gases Helio.
22. Normas de Gases.
23. Normas de Gases Óxido Nitroso.
24. Características de Tanque Criogénico.

ÍNDICE DE TABLAS

I. CONSUMOS DE OXÍGENO POR AÑO.

RESUMEN

Este trabajo esta dirigido a todas las personas que de una u otra forma tienen contacto con estos productos. Además, puede ser utilizado como guía y apoyo para efectuar capacitaciones al personal que esta involucrado en el manejo de gases.

Al no contar con un sistema de suministro de gases médicos, se pone en riesgo tanto la infraestructura, el personal y visitante del Hospital Nacional de Cuilapa en departamento de Santa Rosa, de donde los objetivos principales de este trabajo son:

- Determinar el tipo de sistema de suministro de gases médicos optimo para el Hospital Nacional de Cuilapa, santa Rosa.
- Determinar el consumo real de gases médicos en Hospital Nacional de Cuilapa.
- Reducir costos en el consumo de gases médicos debido a un mejor control de los mismos.
- Proporcionar un sistema centralizado de gases médicos de acorde a normas nacionales e internacionales que rigen dichas instalaciones.

Utilizando para ello una metodología del tipo descriptiva, con los métodos de investigación inductivos, analíticos y la observación, como consecuencia de la utilización de esta metodología se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El manejo de gases médicos en el Hospital Nacional de Cuilapa, no cumple con las normas de seguridad mínimas de los mismos, ya que el manejo de los cilindros se realiza en forma desordenada y en ningún momento se encuentran sujetos a áreas fijas ni tienen instalados LOS CAPUCHONES DE SEGURIDAD.

- De acuerdo al consumo mensual de cilindros de oxígeno en dicho centro hospitalario, el riesgo de producir enfermedades ocupacionales y provocar accidentes es elevado, así como el costo de comprar por pie cúbico, es mayor que el del sistema de oxígeno líquido.
- El sistema de concentrador de oxígeno no es viable para el hospital de Cuilapa, debido a que las fluctuaciones de voltaje en dicha área son altas, lo cual dañaría rápidamente el equipo, provocando desabastecimiento. Además en nuestro medio no se cuenta con personal capacitado para brindarles servicio, mucho menos con empresas que proveen repuestos para dichos sistemas.
- Las mayores ventajas que presenta un sistema criogénico sobre los demás sistemas, redundan en que el proveedor realiza la instalación y mantenimiento del sistema y el costo por pie cúbico se reduce en un 39%.
- Con la instalación del sistema criogénico, las autoridades de dicho hospital ahorrarían como mínimo el 50% del costo actual y estarían cumpliendo en un 95% con las normas internacionales que rigen el manejo de dichos gases.

GENERALIDADES

Nombre: Hospital Regional de Cuilapa, Sta. Rosa.

Dirección: 4a. Calle 1-51 Zona 4, Cuilapa, Sta. Rosa.

Teléfonos: 78865309 - 78865509

Breve Historia de la Institución

El Hospital Regional de Cuilapa, Sta. Rosa, surge como una necesidad entre los vecinos del lugar, quienes iniciaron las gestiones en el año 1964 para que dicha obra fuera construida en la cabecera departamental. Luego de que expertos en la materia eligieron el lugar adecuado, la municipalidad procedió a la compra de varios lotes, donando una buena parte del terreno el Lic. Guillermo Fernández Llerena, razón por la cual en un inicio el Hospital llevaba su nombre.

El diseño del Hospital fue realizado por la Dirección General de Obras Públicas, siendo inaugurado en 1974, sin embargo, por circunstancias diversas no fue posible prestar la atención requerida hasta 1,976, año en que fue aprobado el Acuerdo Gubernativo 93-76, en el cual se le daba la categoría de Hospital Piloto de Post-grado y que llevaría por nombre Dr. Pablo Fuchs, el propósito era formar especialistas médicos en las ramas de Medicina, Cirugía, Gineco-Obstetricia y Pediatría.

Fue equipado durante la administración del General Shell E. Laugerud García en mayo de 1978.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Hospital Nacional de Cuilapa, no cuenta con un sistema centralizado de gases médicos lo cual redundaría en la calidad de servicio que presta a la población y eleva los costos por consumo de dichos insumos.

En este proyecto se desarrollarán las directrices y métodos que se necesitan para poder diseñar un sistema centralizado de gases médicos, que cumplan con las expectativas de la población atendida así como las diferentes normas tanto nacionales como internacionales que rigen este tipo de instalaciones.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar el tipo de sistema de suministro de gases médicos óptimo para el Hospital Nacional de Cuilapa, Santa Rosa

Objetivos Específicos

- Determinar el consumo real de gases médicos en Hospital Nacional de Cuilapa.
- Reducir costos en el consumo de gases médicos debido a un mejor control de los mismos.
- Proporcionar un sistema centralizado de gases médico acorde a normas nacionales e internacionales que rigen dichas instalaciones.

JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Al no contar con un sistema centralizado de gases médicos, se pone en riesgo tanto la infraestructura, el personal y visitantes del hospital debido a la gran rotación de cilindros por los encamamientos, así como, no se tiene un control de consumo real y niveles mínimos de existencia, provocando con ello asilamiento de cilindros en los encamamientos, dando como consecuencia una contaminación visual y psicológica en los pacientes y visitantes de Hospital en mención.

INTRODUCCIÓN

Para iniciar el tema debemos tener muy claro que en la industria hospitalaria estamos prestando un servicio a seres humanos, quienes en un momento podrían ser nuestros hijos, padres, amigos o independientemente cualquier otra persona, quien necesita se proporcione una atención adecuada

Nosotros estamos incluidos en el grupo de las personas de deben velar por mantener en perfecto estado todas las instalaciones y los dispositivos necesarios para realizar los procedimientos médicos eficientemente. Al realizar la visita de campo, se pudo observar que las condiciones del Hospital Nacional de Cuilapa, se encuentran bastante deterioradas, de donde uno de los problemas que mas aqueja al mismo, es el manejo de gases médicos.

En este trabajo se estudiaran las directrices y métodos que se necesitan para poder diseñar un sistema centralizado de gases médicos, así como las diferentes normas que rigen este tipo de instalaciones.

Todo lo anterior surge de una de las muchas necesidades, que requieren solución inmediata en dicho centro asistencial y basado en el siguiente diagnostico situacional

- Las condiciones generales del Hospital Nacional de Cuilapa, se encuentran bastante deterioradas.
- El manejo de gases médicos no tiene un control establecido
- No se cuenta con una central de gases médicos
- El costo, por la mala administración y control sobre los gases médicos se incrementa al regresar al proveedor cilindros con el 50% o más de su contenido
- No existen normas de seguridad en el manejo de gases médicos

1. MARCO METODOLÓGICO

1.1. Métodos de investigación a utilizar

Por la razón del estudio que se efectuará se considera que será del tipo descriptivo y los métodos a utilizar serán:

1.1.1. Método inductivo

Se iniciara con una inspección con el fin de verificar las necesidades del sistema desde un ámbito muy general hasta llegar a los detalles.

1.1.2. Método Analítico

Se harán las medidas necesarias, tanto de equipo como de materiales a necesitar para la implementación de este sistema, con el fin de dejar una bitácora de lo acontecido.

1.1.3. La observación

Se verificara el método usado para la manipulación de los cilindros sea la idónea a las necesidades de seguridad del hospital.

1.2. Técnicas de investigación a utilizar

1.2.1. Entrevistas con el personal encargado del manejo de cilindros tanto por parte del proveedor como por parte del hospital

1.2.2. Lectura de manuales y normas internacionales que se encuentren en el hospital o que el proveedor pueda suministrar.

1.2.3. Planificación, observaciones recomendaciones y todo lo que el proveedor de dichos equipos pueda suministrar con el fin de que el proyecto este dentro de los estándares de calidad que lo exigen las normas internacionales que rigen los hospitales para este tipo de instalaciones.

2. CONCEPTOS GENERALES

2.1. Características De Los Gases

Los gases representan uno de los tres estados comunes de la materia: sólido, líquido, y gaseoso. Hay muchas sustancias que pueden existir en los tres estados, el agua por ejemplo, puede existir como líquido, sólido (hielo) o gas (vapor de agua).

Otros ejemplos son los gases oxígeno y nitrógeno, que se convierten en líquido a temperaturas muy bajas; al bajar aún mas esta temperatura alcanza el estado sólido. El gas se define como un estado de la materia, que se puede expandir indefinidamente y que toma la forma del recipiente que lo contiene, ocupando todo el espacio disponible de dicho contenedor. En este sentido, los sólidos y los líquidos se diferencian de los gases en que los sólidos tiene su forma y volúmenes propios, y los líquidos adquieren la forma del recipiente que los contiene pero tienen volumen propio.

Los gases tienen cinco propiedades físicas fundamentales que los hacen a la vez útiles y potencialmente peligrosos. Estas características son:

- a. Los gases son mucho más ligeros que los líquidos y los sólidos.
- b. Las moléculas de los gases siempre están en movimiento.
- c. Los gases, en caso de fuga, se distribuirán eventualmente por sí mismos a través del aire en una habitación u otro espacio cerrado.
- d. Algunos gases tienen olor y otros no.
- e. La mayoría de los gases son invisibles, aunque algunos si son visibles.

Para comprender mejor el comportamiento de los gases, consideramos a un gas como una colección de partículas extremadamente pequeñas llamadas moléculas. Tal como se mencionó, las moléculas del gas siempre están en movimiento. Cuando se encuentran en un espacio determinado, como un contenedor, las moléculas crean presiones al chocar con las paredes del contenedor. El nivel de presión depende del número de choques moleculares que ocurran en un área definida, por unidad de tiempo. A mayor cantidad de colisiones mayor presión. Por lo tanto, la presión se puede elevar comprimiendo el gas al poner más moléculas en el mismo espacio para producir más colisiones, o bien aumentando la temperatura para lograr que las moléculas del gas se mueva más rápido, y haciéndolas así chocar con más frecuencia. En ambos casos, el incremento de presión resulta del aumento de choques moleculares contra las paredes del recipiente.

2.1.1. Tipos De Gases

Desde el punto de vista de sus características físicas y de envasado, los gases se dividen en cuatro tipos principales: gases comprimidos, gases comprimidos licuados, gases comprimidos disueltos, y gases criogénicos

2.1.2. Oxígeno

Descripción

El Oxígeno, gas que hace posible la vida y es indispensable para la combustión, constituye más de un quinto de la atmósfera (21% en volumen, 23% en peso). Este gas es incoloro, inodoro y no tiene sabor. A presión atmosférica y temperaturas inferiores a $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$, es un líquido ligeramente azulado, un poco más pesado que el agua. Todos los elementos (salvo los gases inertes) se combinan directamente con él, usualmente para formar óxidos, reacción que varía en intensidad con la temperatura.

* Producción

El proceso utilizado para la producción de los gases atmosféricos (Oxígeno, Nitrógeno y Argón) es conocido como rectificación del aire. Este proceso consiste en purificar y secar el aire y luego enfriarlo hasta $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatura a la cual se licúa. El estado líquido permite separar cada uno de sus componentes por destilación. Este método asegura una eficiente obtención de gases de alta pureza.

* Uso Médico

El Oxígeno es utilizado ampliamente en medicina, en diversos casos de deficiencia respiratoria, resucitación, anestesia, en creación de atmósferas artificiales, terapia hiperbárica, tratamiento de quemaduras respiratorias, etc.

2.1.3. Nitrógeno

* Descripción

El Nitrógeno es el mayor componente de nuestra atmósfera (78% en volumen, 75.5% en peso). Es un gas incoloro, inodoro y sin sabor, no tóxico y casi totalmente inerte. A presión atmosférica y temperatura menor a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, es un líquido incoloro, un poco más liviano que el agua. Es un gas no inflamable y sin propiedades comburentes. Se combina sólo con algunos de los metales más activos como Litio y Magnesio; formando nitruros con Hidrógeno, Oxígeno y otros elementos. Por su escasa actividad química, es usado como protección inerte contra contaminación atmosférica en muchas aplicaciones en que no se presentan altas temperaturas.

* Producción

El proceso utilizado para la producción de los gases atmosféricos (Oxígeno, Nitrógeno y Argón) es conocido como rectificación del aire. Este proceso consiste en purificar y secar

el aire y luego enfriarlo hasta $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatura a la cual se licúa. El estado líquido permite separar cada uno de sus componentes por destilación. Este método asegura una eficiente obtención de gases de alta pureza.

* Uso Médico

El Nitrógeno es usado en medicina principalmente en estado líquido, donde se aprovecha su baja temperatura e inercia química para congelación, preservación y control de cultivos, tejidos, etc. Es empleado también en criocirugía.

En estado gaseoso se utiliza en aplicaciones neumáticas en equipo médico

2.1.4. Óxido Nitroso

Descripción

En condiciones normales de presión y temperatura, es un gas incoloro prácticamente inodoro y sin sabor. No es tóxico ni inflamable y es aproximadamente 1.5 veces más pesado que el aire.

Bajo condiciones normales es estable y generalmente inerte, pero mantiene la combustión de manera semejante al Oxígeno, aunque es un comburente más suave.

El Oxido Nitroso es relativamente soluble en agua, alcohol, aceites y en varios productos alimenticios. Tiene la particularidad de que al disolverse en el agua no le cambia la acidez, como ocurre con el CO_2 .

Usos

- En laboratorios (espectrometría),
- El uso principal del Oxido Nitroso, mezclado con Oxígeno, es como analgésico y anestésico inhalable en medicina y odontología.

2.2. Recipientes

2.2.1. Cilindros de Alta Presión

Los cilindros de alta presión para gases comprimidos son envases de acero de calidad especial, fabricados sin uniones soldadas y tratados térmicamente para optimizar sus propiedades de resistencia y elasticidad.

Todos los cilindros utilizados son fabricados bajo las normas D.O.T. (Department of Transportation), organismo regulador de estos envases en Estados Unidos.

Estos cilindros son llenados a alta presión, comprimiendo el gas en el reducido espacio interior del cilindro. La fuerza ejercida por el gas sobre las paredes del recipiente al tratar de conservar su volumen en condiciones naturales, generan el efecto llamado "presión".

2.2.1.1. Tipos de Cilindros

Según la calidad del acero, los cilindros pueden ser tipo 3A de acero al manganeso, de pared gruesa, o 3AA, generalmente de acero cromo - molibdeno, de pared delgada. Los cilindros utilizados en su mayoría son del tipo 3AA , lo que representa una ventaja para los usuarios ya que son más livianos y resistentes para un determinado volumen y presión de servicio.

Los cilindros utilizados pueden ser de distintos tamaños, y por lo tanto de diferentes capacidades. El espesor de pared varía entre 5 y 8 mm., salvo en la base y en el hombro, en que el espesor aumenta para hacer seguro el manejo y permitir el estampado con letras y números, de los datos y valores indicados por las normas.

En cuanto a las presiones de llenado, y según las características físicas de cada gas, podemos distinguir dos casos:

2.2.1.1.1. Gases comprimidos de alta presión:

Son aquellos que no se licúan, pudiendo emplearse la presión máxima que establece la norma para el cilindro de alta presión empleado, que puede variar entre 1800 y 4000 psig. Es el caso de O₂, Aire, N₂, Ar, He, H₂, entre otros.

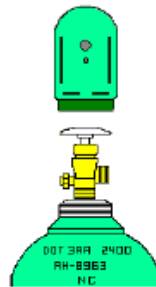
2.2.1.1.2. Gases comprimidos-licuados de presión intermedia:

Son aquellos que se licúan, y que a temperatura ambiente tienen presiones dentro del cilindro del orden de 725 psig a 950 psig, para el caso del CO₂ y del N₂O respectivamente.

En el caso de los gases comprimidos licuados, el llenado se establece como un porcentaje en volumen de la capacidad de agua dentro del cilindro, el que para los gases mencionados es de 68%. Para estos gases se pueden utilizar cilindros de alta presión con menores restricciones que en el caso anterior.

Por seguridad cilindros para alta presión inclusive en el caso del CO₂ y el N₂O.

Figura No. 1
Detalle de cilindro

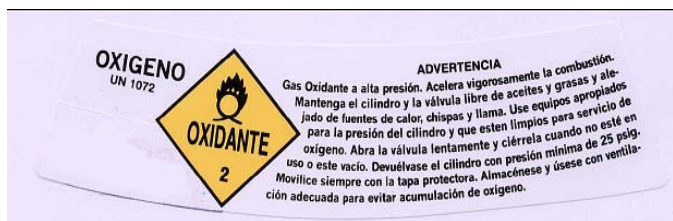


2.2.1.1.3. Identificación del gas contenido en un cilindro.

Marcas : Cada cilindro debe ser etiquetado en forma visible y estable, evitando el estampado en el cilindro. La etiqueta debe ser colocada en el hombro y contiene el nombre del gas, su fórmula química, el nombre usual del producto en caso de mezclas, la identificación del fabricante del gas, su clasificación (oxidante, inflamable, no inflamable, tóxico, no tóxico, etc.), la cantidad de gas, la fecha de llenado y las recomendaciones básicas de seguridad.

Figura No.2

Identificación del contenido de un cilindro



Válvulas: Cada cilindro tiene una válvula especial y distinta dependiendo del gas que contenga, determinada por la CGA (Compressed Gas Association), que permite llenarlo, transportarlo sin pérdidas y vaciar su contenido en forma segura.

Colores: Aunque internacionalmente el color no es indicativo del tipo de gas, se tiene su propia clasificación de colores para facilitar la identificación del gas contenido en los cilindros, (Ver Anexo 1, "Identificación de cilindros por el tipo de gas").

Inspección y prueba de cilindros.

Los cilindros que deben contener gas comprimido a alta presión, necesitan un control periódico de su estado, para seguridad de los usuarios. Cuando un cilindro llega a las plantas de llenado, es sometido a diversas inspecciones.

Inspección visual: Se revisan externamente las paredes del cilindro para apreciar la existencia de algún daño como cortes, hendiduras, abolladuras, corrosión y señales de exposición a altas temperaturas y/o arco eléctrico. En el caso de observarse algún deterioro, este es analizado para

determinar su gravedad. Cuando el daño en el cilindro es considerable este es rechazado e inutilizado definitivamente.

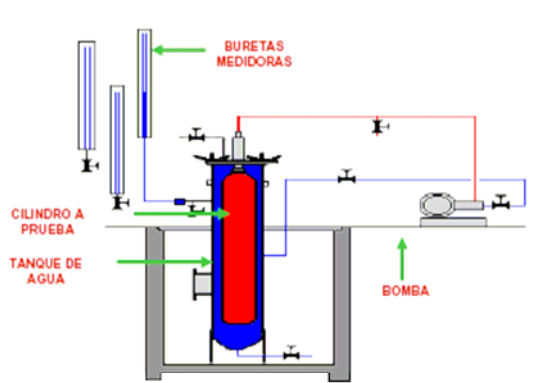
También se revisa el estado de la válvula y la última fecha de prueba hidrostática.

Prueba de olor: Antes de llenar un cilindro, se comprueba el olor de su contenido anterior para detectar posible contaminación.

Prueba de sonido: Sirve para verificar si el cilindro tiene alguna falla (grieta, oxidación interna, líquido, etc.). También indica si está lleno o vacío (sonido de campana).

Prueba Hidrostática: La vida útil de un cilindro es de muchos años, dependiendo del trato que haya recibido, por ello es necesario controlar periódicamente la resistencia del material del cilindro. Cada cilindro debe someterse a una prueba hidrostática cada 5 años, la cual consiste en probar el cilindro a una presión hidráulica equivalente a $5/3$ de su presión de servicio. Las pruebas se realizan estrictamente bajo las normas de la CGA (Compressed Gas Association). Si el cilindro satisface los requisitos de la prueba, continúa en servicio durante los siguientes 5 años, en caso contrario se retira definitivamente de circulación.

Figura No. 3
Prueba Hidrostática



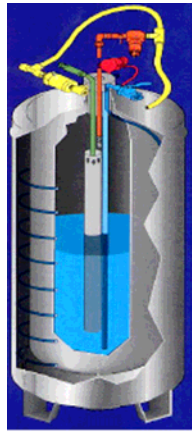
2.2.2. Termos criogénicos

Son envases portátiles para líquidos criogénicos, fabricados de doble pared con aislamiento de alto vacío, que se usan para distribución de Oxígeno, Nitrógeno y Argón en estado líquido.

Características.

El recipiente interno es de acero inoxidable y el exterior puede ser de acero al carbono o acero inoxidable. El alto vacío evita la transferencia de calor, lo que permite mantener la baja temperatura requerida. Posee dispositivos que mantienen la presión dentro de los límites de seguridad, pudiendo proporcionar el producto tanto en líquido como en gaseoso. La máxima presión de trabajo es 230 psi. Sistema de seguridad: Poseen válvula de alivio y disco de ruptura que hacen su manejo y transporte muy seguro.

Figura No. 3
Detalle de tanque criogénico



2.2.3. Tanques

Tanques criogénicos estacionarios. Cuando las necesidades de consumo lo justifican, como es el caso de un hospital o industria, puede instalarse un tanque criogénico, que puede almacenar grandes cantidades de gas en forma líquida, ya sea Oxígeno, Nitrógeno o Argón.

2.2.3.1. Características

2.2.3.1.1. Construcción

Consta de un recipiente interior de acero inoxidable para soportar bajas temperaturas, y uno exterior de acero al carbono, aislados entre sí por una combinación de alto vacío y material aislante.

2.2.3.1.2. Regulación de presión

Los tanques criogénicos tienen un sistema que vaporiza líquido para aumentar la presión cuando ésta baja, a medida que se descarga el tanque criogénico.

En caso de presión excesiva, entrega gas a la línea de consumo, con lo que la presión baja rápidamente. Este sistema está diseñado para que el tanque criogénico trabaje a una presión constante, adecuada a las necesidades del usuario.

2.2.3.1.3. Elementos de seguridad

Los tanques criogénicos están equipados con válvulas de alivio y discos de ruptura, para liberar la presión si hay un aumento excesivo de ésta a causa de algún imprevisto.

Figura No 5
Tanque criogénico

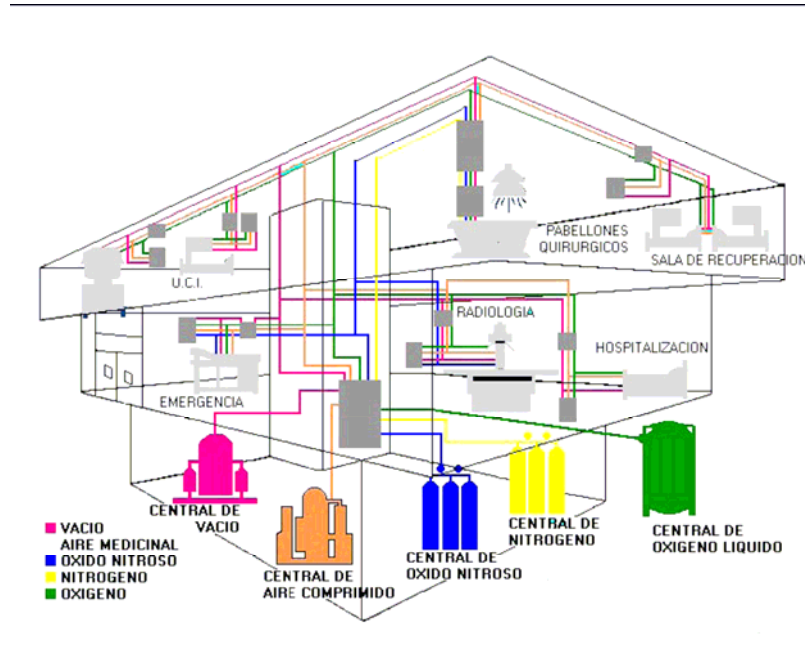


2.2.4. Redes Centralizadas

Para usuarios de gas que necesitan un abastecimiento constante en diversos puntos de su recinto, con un volumen apreciable y en buenas condiciones de presión, como son hospitales e industrias el mejor método de suministro es una red centralizada.

Este sistema asegura una operación eficiente y económica, entregando un suministro constante e inmediato, a una presión relativamente baja, lo que hace más seguro, evitándose las molestias de transporte y almacenamiento de cilindros de alta presión, con menor factor de riesgo.

Figura No 6
Red centralizada de gases médicos



2.3. Accesorios

2.3.1. Válvulas

Las válvulas de los cilindros son dispositivos que permiten el rellenado y vaciado con seguridad. De igual modo, estas válvulas son un medio eficiente y seguro de inyección del flujo de gas dentro de un sistema. No están hechas para controlar la presión. El control de presión se realiza con otros dispositivos, como los reguladores.

Las válvulas están hechas normalmente en forma de ángulo recto, que permite colocarle un tapón de seguridad. Estos se enroscan al collarin y protegen a la válvula contra daños en caso de que el cilindro se caiga o golpee.

2.3.1.1. Tipos de válvulas

2.3.1.1.1. Válvulas con Sello de Presión

Se usan para gases envasados a alta presión, de tipo industrial. Al igual que la válvula con sello de diafragma, también tienen perillas debido a la baja torsión requerida para cerrarlas y sella la válvula.

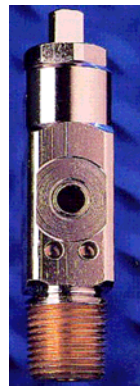
Figura No 7
Válvula con sello de presión



2.3.1.1.2. Válvulas con Pin-Index

Se usan en el área médica. Aunque la torsión requerida para cerrar y sellar estas válvulas es baja, el vástago de la válvula está diseñado con laterales planos, de modo que pueda utilizarse una llave apropiada para hacerlo con seguridad.

Figura No. 8
Válvulas con Pin-index



2.3.1.2. Dispositivos de Seguridad

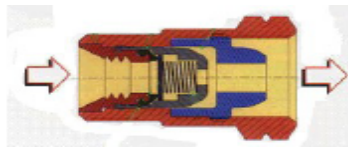
La mayoría de las válvulas utilizadas en cilindros de gases comprimidos están dotadas con un dispositivo para alivio

de presión (la norma DOT prohíbe este tipo de elementos en cilindros que contengan gases venenosos, como la Arsina y la Fosfina). Los dispositivos de alivio de presión son elementos de seguridad diseñados para permitir el escape del gas en caso de que la presión dentro del cilindro se eleve a niveles peligrosos. El dispositivo de alivio de presión, normalmente forma parte de la válvula del cilindro. Algunas veces su apariencia y forma pueden ser similar a las de una tapa o cubierta que protegen la conexión de salida de la válvula. Tenga mucho cuidado, debe distinguir claramente la diferencia entre ambas. Jamás quite o ajuste los dispositivos de alivio de presión, dicha acción puede causarle serios daños.

Los dispositivos de alivio de presión pueden tener diversas formas, tales como:

Figura No. 9
Dispositivos de seguridad

- a. Dispositivo de alivio resellable b. Discos de ruptura



- c. Tapón fusible mecánico



El tipo y la cantidad de dispositivos de alivio de presión utilizados en un cilindro están determinados por el tamaño del cilindro y por el gas que contiene. La CGA (Compressed Gas Association) ha desarrollado un estándar

de seguridad para dispositivos de alivio. Este estándar es parte de las regulaciones DOT, y su cumplimiento es obligatorio.

2.3.1.3. Conexiones de Salida

Las salidas de las válvulas de los cilindros tienen roscas que ajustan con las conexiones especificadas por la CGA.

El utilizar los estándares para conexión de la CGA reduce las posibilidades de errores tales como gases incompatibles entre sí o conectar equipos o instalaciones de baja presión a una fuente de gas de alta presión. Por otra parte, las conexiones CGA hacen posible la compatibilidad entre los equipos y los cilindros fabricados por proveedores diferentes.

Las conexiones CGA utilizan varias formas de desempeño, para prevenir equivocaciones entre ellas. (Ver Anexo 2 “Conexiones CGA”) a. Las roscas izquierdas se usan casi exclusivamente para conexiones de gases inflamables, como el hidrógeno, el propano y el metano.

a. Las conexiones de roscas izquierda se identifican por la muesca especial que aparece en las aristas de la tuerca de conexión. El oxígeno y muchos otros gases utilizan conexiones con rosca derecha. Las distintas conexiones también tienen diferentes tamaños de roscas.

b. Tuercas con formas geométricas diferentes. Las tuercas pueden variar en diámetro, longitud y forma en general.

c. PIN-INDEX. Los cilindros pequeños para uso médico, utilizan un sistema de orificios en sus válvulas, para evitar el intercambio de productos. Las conexiones para gas

están equipadas con pines que encajan exactamente en los orificios de las válvulas.

2.3.2. Reguladores

Un regulador de presión, es un dispositivo mecánico que permite disminuir la elevada presión del gas en el cilindro, hasta la presión de trabajo escogida y mantenerla constante.

Cada regulador está diseñado para un rango de presiones determinado y para un tipo de gas específico. Es importante hacer la selección del equipo adecuado para cada aplicación.

Figura No. 10
Regulador

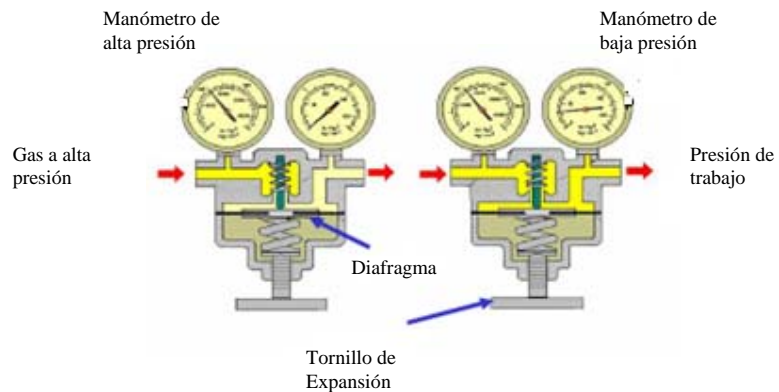


2.3.2.1. Estructura de un regulador

Básicamente, el regulador consta de un diafragma que recibe la presión del gas por un lado y la acción de un resorte ajustable por el otro. El movimiento del diafragma controla la apertura o cierre del orificio que entrega el gas. La llave de control del diafragma se usa para mantener una presión de entrega escogida constante, este valor debe

estar dentro del rango de diseño del regulador. Una vez regulada la presión, el diafragma actúa automáticamente, abriendo o cerrando el orificio de salida para mantener la presión de servicio constante. Opcionalmente se puede agregar al regulador un dispositivo de control de flujo (flujómetro), que permite calibrar y leer el flujo de gas requerido.

Figura No. 11
Estructura de un regulador



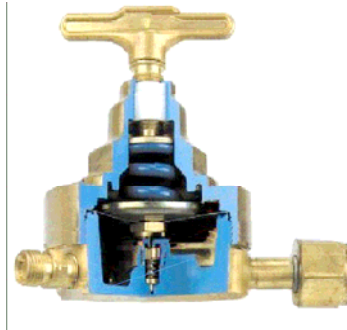
2.3.2.2. Tipos de regulador

Existen dos tipos fundamentales:

2.3.2.2.1. Regulador de una etapa

Este tipo de regulador reduce la presión del cilindro a la presión de trabajo en un solo paso. Cuando la presión de la fuente varía presenta una pequeña variación en la presión de salida.

Figura No. 12
Regulador de una etapa



2.3.2.2.2. Regulador de dos etapas

Está diseñado para obtener una regulación de la presión de salida constante. La regulación se realiza en dos pasos: En el primero se baja desde la presión alta de la fuente (cilindro) hasta una presión intermedia. En el segundo se baja desde la presión intermedia hasta la presión de trabajo. Así, la segunda etapa recibe siempre la presión intermedia constante aunque la presión de la fuente esté variando en forma continua. Con esto se obtiene una presión de trabajo precisa y constante a la salida del regulador

Figura No. 13
Regulador de dos etapas



2.3.3. Manómetros

Indican la presión a través de un sencillo mecanismo de fuelle y relojería. Los reguladores de presión normalmente cuentan con dos manómetros. Uno indica la presión de entrada del gas que viene del cilindro, y el otro, la presión de salida (presión de trabajo), que se puede regular con el tornillo o mariposa del regulador.

Los manómetros tienen diferentes escalas de acuerdo al rango de presión que se requiere medir. Normalmente las escalas vienen graduadas en psi y en la medida del Sistema Internacional SI que es el Kilo Pascal (kPa). Cabe recordar que los manómetros miden presiones manométricas, es decir que indican cero cuando la Presión absoluta es 1 atmósfera (14.7 psi). Esto se expresa como psig (gauge) para distinguir de los psia (absolutos). Cuando no se agrega esta última letra aclaratoria se entiende que se refiere a presiones manométricas.

2.3.4. Flujómetros

Los flujómetros son dispositivos especiales incorporados a un regulador, generalmente calibrados para trabajar a una presión de 50 psig y que indican el caudal de gas entregado. La unidad de flujo más usual es el litros/min. y por lo general se encuentran en el rango de 0 a 50 litros/min. la medición de flujo se obtiene por una bolita que flota en un tubo de sección variable, de manera que al variar el flujo la bolita se mueve en el tubo para indicar el paso de más o menos caudal de gas.

Otro principio de medición de flujo es através de un orificio calibrado, el cual entrega más o menos gas según la presión que recibe. En este caso la lectura de flujo se realiza por presión en un medidor de flujo.

Figura No. 13
Flujómetro



2.4. Riesgos mas comunes Asociados a los Gases

En los párrafos siguientes, se presentará en forma breve los riesgos más comunes asociados a los gases comprimidos, licuados y criogénicos. Los usuarios de estos productos deben comprender estos riesgos y evitarlos, para eliminar la posibilidad que ocurran accidentes serios.

2.4.1. Alta Presión

Muchos gases son envasados a altas presiones. Cuando se liberan repentinamente o bajo condiciones no controladas y entran en contacto con alguna persona, pueden erosionar o destruir los tejidos humanos. Igualmente en el caso de liberación repentina de un gas a alta presión desde un cilindro roto o cuya válvula sea dañada accidentalmente, puede ocurrir que el cilindro salga disparado sin control.

Figura No. 14
Alta presión en cilindros



2.4.2. Asfixia.

A excepción del oxígeno, todos los gases son asfixiantes: causan sofocación. Aún cuando un gas no sea tóxico, puede fácilmente causar sofocación a menos que forme parte de una mezcla que contenga suficiente oxígeno para conservar la vida. El nitrógeno, por ejemplo, es un gas inerte e inocuo que forma aproximadamente el 78% del aire que respiramos normalmente. Sin embargo, tan solo respirar un poco de nitrógeno puro pueden provocar la inconsciencia, porque el nitrógeno por si mismo no puede conservar la vida.

2.4.3. Inflamabilidad.

En presencia de un oxidante, algunos gases arderán si son encendidos por electricidad estática o por una fuente de calor como una flama o un objeto caliente. El aumento de concentración de un oxidante acelera el rango de combustión. Los materiales que no son inflamables bajo condiciones normales, pueden arder en una atmósfera enriquecida de oxígeno.

2.4.4. Explosión.

Muchos gases inflamables pueden explotar. Incluso gases, de inflamabilidad relativamente baja, en concentraciones apropiadas para ello, pueden explotar si quedan atrapados en un espacio encerrado.

2.4.5. Toxicidad.

Algunos gases son tóxicos y pueden causar daños o la muerte si son inhalados, absorbidos a través de la piel o ingeridos. El grado de toxicidad varia de un gas a otro.

2.4.6. Corrosión.

Algunos gases son corrosivos. Atacan químicamente, produciendo daños irreversibles en tejidos humanos tales como los ojos, la piel o las membranas mucosas. También atacan químicamente y carcomen el metal, el hule y muchas otras sustancias. Algunos gases no son corrosivos en forma pura, pero pueden resultar extremadamente destructivos en presencia de humedad o de otros gases. Una ligera fuga de sulfuro de hidrógeno, por ejemplo, puede convertirse en una fuga enorme debido a que el H₂S reaccionará con el oxígeno del aire y corroerá el contenedor que lo almacena.

2.4.7. Oxidantes.

Algunos gases son oxidantes, es decir, crean riesgos de incendio aún cuando ellos mismos no sean inflamables. El oxígeno, por ejemplo, no es inflamable pero acelera vigorosamente la combustión. Dicho de otro modo, cualquier cosa que pueda arder, arderá más aprisa y a mayor temperatura en presencia de una atmósfera enriquecida con oxígeno.

2.4.8. Inflamabilidad Espontánea.

Algunos gases son pirofóricos, es decir, no necesitan una chispa o una fuente de calor para incendiarse. Estos gases estallan en llamas cuando entran en contacto con el aire.

2.4.9. Frío Extremo.

Los gases criogénicos (oxígeno, nitrógeno, y argón líquido) y algunos gases licuados, tienen temperaturas extremadamente bajas. Al entrar en contacto con los tejidos de la piel, pueden congelarlos y destruirlos con gran rapidez. Muchos materiales son incompatibles con las bajas temperaturas de estos gases.

El material de fabricación de algunas tuberías, por ejemplo, son perfectamente rígido a temperatura ambiente, pero pierde ductilidad y resistencia al impacto cuando se someten a temperaturas criogénicas.

2.5. Normas

2.5.1. Normas básicas de seguridad

- a) Siga las instrucciones, no corra peligro; si no sabe pregunte.
- b) Reporte toda condición y acto inseguro a su jefe inmediato.
- c) Ayude a mantener orden y limpieza en todo lugar.

- d) Utilice las herramientas y equipos adecuados para el trabajo; úselos de forma segura.
- e) Reporte todo incidente por leve que sea lo más pronto posible.
- f) Utilice, ajuste y repare el equipo para el cual está entrenado y autorizado.
- g) No distraiga ni haga bromas a sus compañeros, son peligrosas.
- h) Use su equipo de protección personal así como la ropa adecuada.
- i) Cuando levante cargas pesadas doble las rodillas, ayúdese con las piernas y consiga ayuda para cargas mayores.
- j) Está prohibido fumar en áreas de almacenamiento y manejo de gases.
- k) Consulte el folleto del permiso para trabajo peligroso.
- l) Manténgase en óptimas condiciones de salud.
- m) Cumpla con las reglas y señales de seguridad.
- n) Equipo básico de seguridad:
 - Aparato autónomo de respiración.
 - Pantalla facial.
 - Guantes.
 - Protector lumbar.
 - Señalización

2.5.2. Normas de manipulación de cilindros y termos

2.5.2.1. Manejo

- a) Los cilindros y los termos deben moverse siempre con mucho cuidado. Un mal manejo que provoque daños de válvulas, o incluso la ruptura del cilindro, puede exponer al personal a todos los riesgos asociados con estos gases.

Además, la gran mayoría de los cilindros son muy pesados. Si un cilindro golpea a alguna persona, puede causarle serias lesiones. Por estas razones, todas las personas que manejen cilindros deben utilizar por lo menos el mínimo de equipo de protección personal. Este equipo consiste de:

- Guantes para proteger las manos contra rasguños o heridas.
- Gafas protectoras para proteger los ojos contra daños asociados con la liberación de presiones.
- Zapatos de seguridad con punteras protectoras para los dedos, en caso de caída de los cilindros.

b) Antes de llevar un cilindro al área del almacén, a su área de uso, o antes de regresarlo al proveedor, asegúrese que:

- La válvula de salida del cilindro esté completamente cerrada
- El tapón de protección debe deberá estar firmemente roscado en el collarín, cuando los cilindros son manejados, transportados o estén almacenados.

c) Cuando mueva cilindros, llenos o vacíos, cerciórese de que:

- Se utilicen siempre carretillas o grúas de mano (tipo “diablito”), diseñadas especialmente para este propósito.

- Los cilindros nunca se dejen caer, ni se permita que choquen entre sí con violencia.
- Nunca se levanten los cilindros por el tapón de seguridad ni con magnetos para cargar.
- No se rueden los cilindros en el piso, ni usarlos como rodillos, puede ser peligroso.
- Una vez que los cilindros han sido trasladados a su lugar de uso, serán asegurados a una estructura fija, utilizando plataformas especiales, abrazaderas u
- otros medios para asegurarlos, según las recomendaciones de su proveedor.

d) Una vez que el cilindro está correctamente asegurado en el sitio donde va a usarse:

- Quite manualmente el tapón de protección. Nunca use desarmadores, palancas ni ninguna otra herramienta para quitar los tapones, pues podría dañar accidentalmente la válvula y provocar el escape del gas. Si el tapón no puede quitarse manualmente, devuelva el cilindro a su proveedor.
- Antes de quitar el sello termoencogible de la conexión de salida de la válvula, asegurarse que la válvula del cilindro esté perfectamente cerrada. Cerciórese cuál es el tipo de gas contenido en el cilindro, y cuál es la forma de girar la perilla para aflojarla. No trate de adivinar.
- Si las propiedades del gas así lo requieren, antes de quitar el tapón de la conexión de salida de la válvula, usar ropa de protección y equipo de

respiración y colocar el cilindro dentro de una campana especial o dentro de una cámara de gas.

e) Para efectuar conexiones correctas, siga los siguientes lineamientos:

- Asegurarse que ambas secciones a conectar estén bien limpias.
- Asegúrese de que las partes a conectar sean compatibles. Nunca trate de efectuar una conexión a la válvula de un cilindro, hasta que esté seguro que las dos partes de la conexión son las correctas. Gire la tuerca de la conexión en el sentido correcto. Algunas conexiones tienen roscas izquierdas, mismas que se identifican por una muesca especial en las aristas de la tuerca.
- No apriete en exceso la conexión, puede dañar la junta. La torsión requerida para sellar una conexión CGA de un cilindro depende de los materiales utilizados y de las condiciones de la conexión misma. Si la conexión presenta fuga después de aplicar el apriete apropiado, cierre la válvula del cilindro, permita que el gas ventee a un lugar seguro, después, si es necesario, purgue el sistema, desensamble la conexión, inspeccione las partes y reemplácelas según se requiera.
- Nunca desconecte un sistema de gas de un cilindro si tiene presión, es muy peligroso.

- Nunca use adaptadores para conectar entre si diferentes tipos de conexiones CGA. El uso de adaptadores podría producir una desgracia, daños serios a las personas o a las propiedades. La política a seguir que ofrece mayor seguridad a este respecto, es no permitir en su almacén la existencia de adaptadores ni de partes con las cuales pudieran ser fabricados.
- f) Apertura y cierre de válvulas. La observación de algunas reglas sencillas para la apertura y cierre de las válvulas, puede prevenir daños a los equipos y a las mismas válvulas, alargando la vida útil de servicio de estas últimas.

La manera correcta de abrir la válvula del cilindro es hacerlo lentamente dando vuelta a la perilla en sentido contrario a las manecillas del reloj, para evitar una salida brusca de gas. Nunca use herramientas o llaves de ningún tipo para abrirlas, hacerlo lo expondría a un enorme riesgo.

- g) NUNCA debe usar llama para detectar escapes de gas. El método correcto es aplicar agua jabonosa; la formación de burbujas indicará la fuga de gases.

2.5.3. Recepción.

El personal responsable de la recepción de cilindros y contenedores, deberá llevar a cabo una inspección externa de todos los envases, antes de trasladarlos al almacén o al sitio donde

van a usarse. Los lineamientos básicos para realizar esta inspección son los siguientes:

a. Leer detenidamente la información de la etiqueta adherida al cilindro de modo que pueda identificar el gas y normas básicas de seguridad. Recuerde, la etiqueta es la manera más segura de identificar el producto contenido en el cilindro.

¡Jamás identifique el producto por el color del cilindro!

b. Revise cuidadosamente el cilindro en busca de daños evidentes. La superficie del cilindro debe estar limpia y libre de defectos tales como cortes, golpes fuertes, quemaduras, corrosión, arco eléctrico, etc. La existencia de alguno de estos defectos inutiliza el cilindro.}

c. Los cilindros con cuello roscado deben tener un tapón protector colocado sobre la válvula. Nunca use palancas u otra herramienta similar para quitar el tapón, pues podría abrir accidentalmente la válvula o dañarla.

d. Revise la válvula del cilindro para cerciorarse de que no está torcida ni dañada, ya que podría permitir fugas, presentar fallas o no conectar de modo hermético.

e. Antes de conectar el cilindro asegúrese que no haya ningún contaminante en la válvula.

f. Evitar completamente cualquier tipo de aceite, grasa u otro derivado de petróleo, ya que pueden reaccionar de manera violenta con el gas.

g. Si recibe cualquier cilindro con alguna de las siguientes características:

- Falten las etiquetas o están ilegibles.
- Tienen algún daño visible.
- Falta el tapón de seguridad
- Válvula dañada, sucia o torcida, NO USE EL CILINDRO.

2.5.4. Almacenamiento

a. El área de almacenamiento de gases debe cumplir con las siguientes características:

- Excelente ventilación.
- Piso nivelado.
- Protección adecuada a la intemperie.
- Alejada de fuentes de calor.
- Instalación eléctrica bajo norma.
- Rotulación de seguridad.
- Construida con materiales no combustibles.

b. Asegure los cilindros a una estructura firme de modo que no corran el riesgo de caerse, en posición vertical, en grupos compactos, enganchándolos juntos de tal manera que cada uno esté en contacto físico con los otros que lo rodean. La caída de uno solo de los cilindros, puede provocar un “efecto dominó”.

c. No almacene los cilindros en áreas de circulación ni cerca de bordes o plataformas. Evite el almacenamiento en áreas donde se realicen actividades que pudieran dañarlos o contaminarlos.

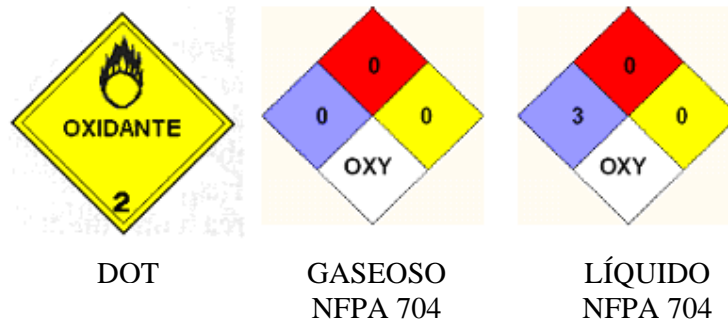
d. Nunca almacene cilindros junto con materiales inflamables.

e. No debe permitirse que los cilindros que contengan gas alcancen temperaturas mayores de 55 °C en el lugar de almacenamiento.

2.6. Normas de seguridad aplicadas a los diferentes gases.

2.6.1. Oxígeno

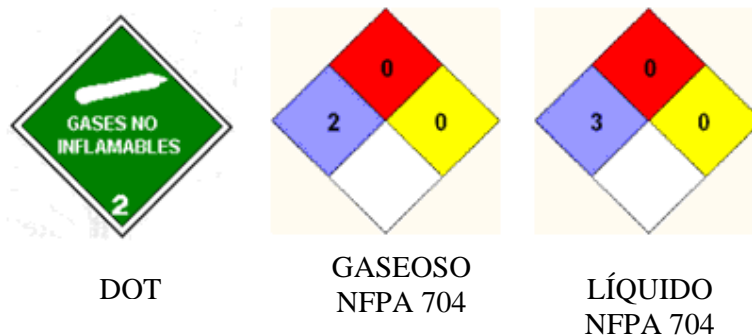
Figura No. 15
Oxígeno



- a. Almacene los materiales combustibles, especialmente aceite o grasa lejos del oxígeno.
- b. No fumar ni encender llamas en áreas donde se almacene o se use oxígeno.
- c. Los materiales que pueden reaccionar violentamente con oxígeno, bajo ciertas condiciones de presión y temperatura son:
 - Aceite
 - Grasa
 - Asfalto
 - Kerosene
 - Tejido, madera, alquitrán y desperdicios que pueden contener aceite o grasa.
- d. Bajo ciertas condiciones los materiales orgánicos en presencia de oxígeno pueden explotar.
- e. La ropa que haya estado en contacto con oxígeno líquido debe ventilarse por lo menos durante media hora hasta que este libre de oxígeno.

- f. Maneje siempre el oxígeno líquido cuidadosamente, la extrema baja temperatura a la que se encuentra puede provocar una quemadura similar a la que provoca un calor intenso.
- g. No permita que ninguna parte del cuerpo sin protección toque tuberías o recipientes no aislados que contengan oxígeno líquido, ya que el metal extremadamente frío puede adherirse rápidamente a la piel y rasgarla al retirarla.
- h. Para manipular el oxígeno líquido debe utilizarse el siguiente equipo de protección personal:
- Anteojos de seguridad con protección lateral.
 - Casco de seguridad con pantalla facial.
 - Guantes aislados de solapa larga fácilmente removibles.
 - Botas de seguridad.
 - Ropa de algodón, los pantalones no deben tener ruedo y deben usarse por fuera de las botas.
- i. Maneje siempre el oxígeno en áreas bien ventiladas para prevenir concentraciones excesivas de gas. Ya que la concentración excesiva enriquece la atmósfera con oxígeno y causar peligro de incendio y/o explosión.
- j. Llamar siempre al Oxígeno por su nombre correcto.

Figura No. 16
Normas de gases Oxígeno

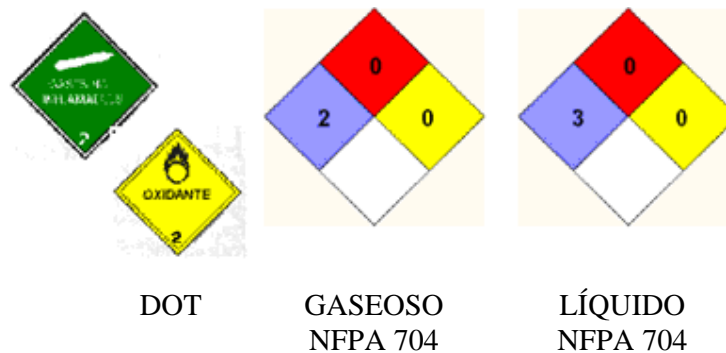


- a. Maneje siempre el nitrógeno líquido cuidadosamente, la extrema baja temperatura a la que se encuentra puede provocar una quemadura similar a la que provoca un calor intenso
- b. Al manipular nitrógeno líquido, hágalo lentamente para reducir al mínimo el riesgo de derrame y salpicadura.
- c. No permita que ninguna parte del cuerpo sin protección toque tuberías o recipientes no aislados que contengan nitrógeno líquido, ya que el metal extremadamente frío puede adherirse rápidamente a la piel y rasgarla al retirarla
- d. Utilice pinzas o tenazas al introducir o sacar objetos en nitrógeno líquido y manéjelo cuidadosamente.
- e. Para manipular el nitrógeno líquido debe utilizarse el siguiente equipo de protección personal:
- Anteojos de seguridad con protección lateral.
 - Casco de seguridad con pantalla facial.
 - Guantes aislados de solapa larga fácilmente removibles.
 - Botas de seguridad.
 - Ropa de algodón, los pantalones no deben tener ruedo y deben usarse por fuera de las botas.
- f. Mantener buena ventilación
- Utilice y almacene nitrógeno líquido solo en áreas bien ventiladas, cuando la concentración de oxígeno en el aire es insuficiente, una persona puede quedar inconsciente rápidamente sin ningún síntoma de advertencia, pudiendo incluso perder la vida.
- g. Formación de presiones excesivas.
- Nunca coloque nitrógeno líquido en un recipiente que no este protegido por un dispositivo de seguridad. Una presión excesiva puede causar la rotura del recipiente y lesiones al personal.
- h. No entrar en sitios confinados que puedan contener una atmósfera enriquecida de nitrógeno. ANTES DE ENTRAR:
- Solicite un permiso de trabajo peligroso.
 - Elimine la causa que genera la entrada de nitrógeno.

- Asegúrese que el ambiente contiene la adecuada concentración de oxígeno, si fuera necesario use equipo de respiración autónomo.
- Monitoree periódicamente la atmósfera, para asegurar el suficiente contenido de oxígeno.
- Mantenga una ventilación constante de aire fresco.
- Utilizar una línea salva vida sujeta a la cintura.
- Acompañarse de un observador de seguridad que debe permanecer en el exterior del sitio todo el tiempo mientras se realiza el trabajo, capacitado para iniciar acciones de emergencia.
- El observador de seguridad deberá estar equipado con:
 - ◆ Alarma o sirena portátil.
 - ◆ Equipo autónomo de respiración
 - ◆ Equipo para rescate de personas

2.6.2. Oxido Nitroso

Figura No. 22
Normas de gases Oxído Nitroso



- Nunca manipule Oxido Nitroso a alta presión sin sabe manejar correctamente cilindros, válvulas, reguladores.
- El Oxido Nitroso es más pesado que el aire, por lo que fugas de gas en espacios cerrados pueden producir acumulación con gran peligro de asfixia por desplazamiento de aire.

- c. El Oxido Nitroso es un gas que mantiene la combustión, no permita que aceite, grasa u otras sustancias inflamables entren en contacto con cilindros u otros equipos que contengan Oxido Nitroso.
- d. No almacenar cilindros de Oxido Nitroso para uso médico en la sala de operaciones.
- e. Los cilindros deben almacenarse a una distancia de 6 metros como mínimo de los cilindros de gases inflamables, en caso que exista limitación de espacio, se recomienda una pared cortafuego entre los lugares de almacenamiento de ambos gases.

2.7. Procedimientos generales de seguridad

2.7.1 Reglas de seguridad en equipos de soldadura de oxiacetileno

- a. Purgar las válvulas de los cilindros antes de conectar el regulado a los cilindros.
 - Revisar que las válvulas no posean grasas ni aceites.
 - Usar las llaves adecuadas para conectar el regulador.
 - Colocarse lejos de la salida del gas.
- b. Aflojar el tornillo de ajuste en el regulador antes de abrir la válvula del cilindro.
- c. Pararse a un lado del regulador antes de abril la válvula del cilindro.
- d. Abrir las válvulas de los cilindros lentamente.
- e. Nunca usar aceite en reguladores, sopletes, accesorios y otros equipos en contacto con oxígeno.
 - No usar oxígeno como sustituto del aire.
- f. Llame a cada gas por su nombre correcto.
- g. Mantenga despejada el área de trabajo sin nada que pueda arder.

2.7.2 Primeros auxilios

Todo el personal debe tener un conocimiento básico de las lesiones que requieren cuidados y tratamiento inmediato.

2.7.2.1 Asfixia

Este tipo de accidentes se originan por falta de oxígeno o como resultado de un choque eléctrico repentino. Estos casos requieren de tratamiento inmediato que consiste en apartar la víctima del área contaminada o de la fuente que origina la asfixia y aplicarle inmediatamente respiración artificial. Avise urgentemente a un médico.

2.7.2.2 Respiración artificial

Cuando una persona no respira, cada segundo es de una importancia fundamental. No espere para buscar ayuda, empiece inmediatamente a practicar la respiración artificial. El método más recomendado es el de boca a boca. Cuanto antes se empiece mejor, tres o cinco minutos después de que la víctima deje de respirar puede ser demasiado tarde.

2.7.2.3 Shock

El shock es una emergencia médica real que se presenta en todos los accidentes que producen lesión. También puede manifestarse en los casos de susto o miedo. La seriedad del shock está íntimamente relacionada con la seriedad de la lesión.

2.7.2.4 Síntomas del shock.

- Quemaduras. Las quemaduras térmicas (causadas por alta temperaturas) así como las de congelamiento causadas por contacto con líquidos criogénicos o por el equipo que maneja estos líquidos deberán ser tratados con agua fría.

3. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CENTRALIZADO DE GASES MÉDICOS EN EL HOSPITAL NACIONAL DE CUILAPA, SANTA ROSA.

3.1. Diagnóstico

La demanda de gases médicos en un centro asistencial, va en una relación directa con los pacientes que se encuentran en el mismo, también, el manejo de estos insumos refleja en gran medida las características propias de la región, o de el grado de tecnificación que tienen en las instalaciones del Hospital.

Al no contar con unas instalaciones adecuadas, el Hospital puede incurrir en un sinnúmero de gastos indirectos, que van desde el desperdicio de los mismos por mal manejo de los recipientes, como el hurto de los cilindros por parte del personal operativo; de donde una red centralizada de gases médicos puede venir a subsanar todo este tipo de inconvenientes.

Con el fin de poder obtener una mejor panorámica de las condiciones en las cuales se encuentran las instalaciones del hospital en cuanto al suministro de gases médicos, se realizó una visita de campo para poder obtener un diagnóstico, obteniéndose lo siguiente:

- Las condiciones generales del Hospital Nacional de Cuilapa, se encuentran bastante deterioradas.
- El manejo de gases médicos no tiene un control establecido
- No se cuenta con una central de gases médicos
- El costo, por la mala administración y control sobre los gases médicos sea incrementa al regresar al proveedor cilindros con el 50% o más de su contenido

- No existen normas de seguridad en el manejo de gases médicos
- Todos los demás servicios se encuentran en iguales o peores condiciones

Tomando como base el anterior diagnóstico, se realizó un FODA, con el fin de poder determinar cuál es nuestro estado actual en manejo de gases médicos, tanto a nivel individual como en una red de gases médicos

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • PRODUCTO PUESTO EN EL LUGAR • CONTRATO ABIERTO EN EL SUMINISTRO DE GASES. • LLAVES DE CILINDROS NORMALIZADOS POR TIPO DE GAS 	<ul style="list-style-type: none"> • ASESORÍA POR PROVEEDOR DE GASES • COMPETENCIA ENTRE PROVEEDORES 	<ul style="list-style-type: none"> • CARENCIA DE NORMATIVAS • FALTA DE CONTROL EN CONSUMO DE GASES MÉDICOS • DEMASIADA ROTACIÓN DE CILINDROS EN LAS INSTALACIONES • LUGARES INADECUADOS DE ALMACENAMIENTO DE CILINDROS • FALTA DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE CILINDROS 	<ul style="list-style-type: none"> • DESABASTECIMIENTO DESASTRES NATURALES. • ACCIDENTES POR CIRCULACIÓN DE PERROS EN ÁREA DE DEPÓSITOS DE GASES MEDICOS.

3.2. Materiales y equipos de distribución para redes de gases médicos.

3.2.1. Características de un Tanque Criogénico para Almacenamiento de Oxígeno Líquido

La unidad a ser instalada en el hospital es un tanque de almacenamiento de doble chaqueta, súper aislado al vacío y el cual puede mantener el oxígeno en forma líquida por largos períodos de tiempo. Este oxígeno líquido permanece dentro del tanque criogénico a temperaturas en el rango de -180 grados centígrados. Cuando el hospital requiere gas, la unidad evaporará una cantidad de oxígeno líquido por medio de un evaporador ambiental adjunto al tanque, el cual utiliza el calor del ambiente para efectuar el intercambio de calor y gasificar el oxígeno líquido.

Las ventajas en el uso de un Tanque criogénico de baja presión con abastecimiento de oxígeno en forma líquida en lugar de cilindros de gas de alta presión son las siguientes:

- **Economía** : Debido al hecho que el hospital estará comprando oxígeno en cantidades a granel, ustedes notarán un ahorro de dinero, cuando comparen sus pagos por oxígeno gaseoso en cilindros, contra los pagos por la cantidad equivalente de oxígeno líquido.
- **Seguridad**: El tanque criogénico puede mantener una presión estándar de trabajo de 125 psi. a 140 psi. Mientras que los cilindros de gas tienen una presión de trabajo de 2200 psi cuando están llenos.
- **Ahorro de gas**: Es un hecho conocido que cuando se usan cilindros de alta presión, siempre hay remanentes de gas en el interior de los cilindros que no pueden ser utilizados de ninguna

forma. Si usted suma todo este gas remanente, la cantidad perdida es significativa. El uso del gas a través de un tanque criogénico le ayudará a evitar estas pérdidas, dado que solo el oxígeno necesario es enviado al servicio.

- **Confiabilidad de abastecimiento:** Todos los usuarios de oxígeno han experimentado la falta de producto durante las situaciones más críticas. Con la unidad criogénica, usted tendrá la capacidad de almacenamiento en oxígeno líquido de 262 cilindros gaseosos hasta 3,000. Con esta ventaja usted puede planear las fechas del llenado de su tanque, en lugar de tener emergencias por falta de oxígeno.

3.2.1.1. Cimentación

Construida según diseño con concreto reforzado de 3000 psi. mínimo.

Esta obra civil se construirá para instalar la unidad criogénica y evitar su volteo en el caso de tormentas fuertes o movimientos telúricos. Los trabajos incluirán abastecimiento de energía eléctrica y agua potable, ambos servicios se utilizarán durante los llenados del tanque, mantenimientos y procedimientos de limpieza.

3.2.2. Tubería de Cobre y Accesorios

La tubería, válvulas, equipos, conexiones y otros componentes para las instalaciones de gases médicos deben ser prelimpiados para uso con oxígeno.

Cada uno de los tubos debe permanecer etiquetados y distribuidos con tapones en los extremos según Normas de la NFPA 99C 4-5.1.2.10.

La tubería debe cumplir con las normas ASTM B 819, y deben ser identificada por con marcas "OXY", "MED", "OXI/MED",

"OXI/ACR", o "ACR/MED", identificados con tapones verdes para la tubería tipo "K" o azules para el tipo "L".

Para sistemas que operan con presiones entre 200 y 300 psi (1380 y 2070 kPa, respectivamente), debe ser utilizada tubería tipo "K".

Para rangos menores de 200 psi. Puede utilizarse tubería tipo "L". La tubería a instalar es la calculada en bases a normas de diseño, para evitar la caída de presión por pérdidas causadas por fricción y accesorios de desvío tanto la tubería como los accesorios serán soldados con plata al 5% y especificada según plano realizado por nuestro departamento de ingeniería.

3.2.3. Soportería

Diseñada con elementos aislantes para evitar la corrosión entre la tubería de cobre y las abrazaderas galvanizadas (**par-galvánico**) lo cual garantiza 100% la pureza del gas. (Norma NFPA-99 Apéndice C-4.2)

Además los elementos de soporte son fabricados sobre la base de perfiles angulares y varilla roscada galvanizada, sujeto a techos y paredes del edificio con pernos de expansión, pernos de cuña o epóxicos, etc.

Las tuberías bajo suelo serán protegidas adecuadamente contra el congelamiento, corrosión y daño físico. Cuando estas atraviesen un camino, espacio de estacionamiento u otra área sujeta a cargas superficiales, serán empleados ductos o canaletas.

3.2.4. Manifold de reserva (múltiple)

Este debe ser diseñado para manejar 2 bancos de cilindros tipo "H", uno en uso y otro en reserva, la cantidad de cilindros por banco debe ser determinada por el consumo del hospital, de

forma que este sea capaz de suministrar gas al hospital por un periodo mínimo de 24 horas (Con ambos bancos).

El múltiple digital es completamente automático, cambia de banco en uso a banco de reserva sin fluctuación de la presión del gas.

El panel de control cuenta con indicadores iluminados LED para indicar la presión en cada banco y la presión de la línea de servicio. Además cuenta con LEDs verdes que indican banco en uso, amarillos para banco listo y rojo para indicar banco vacío.

Esta equipado para transmitir señales remotas normalmente cerradas a la alarma principal de gases medicinales. Contiene una válvula lanzadera auto-contenida, totalmente automática sin necesidad de fuerza eléctrica para abrir y cerrar. La potencia absorbida es de 90 VAC a 26 VAC, de 50 a 60 Hz.

Las barras cabezales colectoras son específicas para cada gas y están construidas con accesorios que trabajan sobre presión de 3000 PSI y conectores flexibles para cada cilindro.

3.2.5. Tomas para gases (puntos de conexión)

- Las tomas de pared son fabricadas de una sola pieza de bronce de 33 mm. de diámetro. Cuenta con válvulas de retención primaria y secundaria las cuales son diseñadas para soportar presiones de 1379 kPa (200 psi), con lo cual se garantiza que en el momento de que la válvula de retención primaria sea removida por algún mantenimiento la válvula secundaria detendrá la presión de la línea.
- Los cuerpos de las tomas son específicos para cada gas y están identificados por medio de una placa frontal de color y una doble clavija especial para cada gas, evitando con esto la íter-cambiabilidad de los servicios de gas.
- Las tomas deben ser fabricadas con un largo de 165 mm(6-1/2"), con un tubo de entrada de 9.5 mm. (3/8").

- Las tomas deben ser de un diseño modular e incluir una plaqueta de montaje de acero para cada gas específico de 1.6 mm (16ga.) diseñada para permitir en el mismo lugar el montaje en serie de múltiples tomas, en cualquier orden, la base debe tener una longitud de 127 mm. (5").
- La conexión debe ser tipo Chemetron. (Acople Rápido).
- Debe realizarse en fabrica prueba hidrostática a cada toma.
- Tubo de entrada giratorio de 360 grados para una fácil instalación.

3.2.6. Válvulas de bola

Las válvulas son del tipo de diseño de bola de tres piezas con cuerpo de bronce, los asientos de la válvula son de teflón (TFE), bola laminada.

Las válvulas son diseñadas para trabajar con presión de 4,137 kPa (600 psi) WOG.

Las válvulas cuentan con extensiones soldables fabricadas de cobre tipo "K", con lo cual evita el calentamiento del cuerpo de la válvula y con esto la protección del empaque, en el momento de la instalación.

Las válvulas deben ser distribuidas en una bolsa plástica para impedir cualquier contaminación antes de su instalación.

Cada válvula cuenta con un rotulo de identificación que indica el gas apropiado listado por UL.

3.2.7. Cajas de válvulas

Las cajas de válvulas para albergar una o más válvulas de cierre están construidas de lámina de acero calibre 18 con una terminación de esmalte gris horneado, la armadura del marco de la puerta es de aluminio anodizado y al frente tiene una ventana

de Lexan transparente desmontable para permitir el cierre de las válvulas.

El acceso a la válvula de cierre/retención de zona debe lograrse con simplemente tirar del montaje que consiste de un anillo para retirar la ventana del marco de la puerta. La ventana puede reinstalarse sin uso de instrumentos solo después de que la manija de la válvula haya sido regresada a su posición abierta.

3.2.8. Alarmas de área y maestra

Las alarmas están construidas con microprocesadores, sensores y unidades indicadoras específicas para cada gas. El indicador visual digital LED con indicación para la presión del gas medicinal en verde para rangos de operación normal, en amarillo para precaución y en rojo para condición de alarma en rangos altos o bajos. Tiene una indicación visual de la presión del gas y una alarma sonora que alcanza los 90 decibeles.

Las alarmas deben tener una construcción modular y deben poder expandirse en su campo con la adhesión de módulos extras. Se pueden acomodar hasta seis servicios por cada caja estándar.

Cada uno de los módulos de la alarma principal maneja 10 Indicación en Libras o Kilo Pascal de presión seleccionables.

Puntos de Alta y Baja para activación de alarmas en cada gas pueden ser ajustados por el hospital.

Interfase para el Sistema de Control de Información de alarma.

Dispositivo para repetición de señal de alarma es ajustable para activación (1 cada 1 a 60 minutos) o apagado.

Contactos adicionales provistos para señalización.

Sensores específicos para cada gas con conexiones tipo DISS.

Modulo Indicador para descripción de errores de conexión entre sensores y sus respectivos módulos de indicación alfanumérica, remota de condiciones de alarmas alta y baja.

3.2.8.1. Alarma maestra

- Hasta 60 funciones en una configuración estándar.
- Modo de mantenimiento para facilitar problemas de funcionamiento.
- Los módulos pueden ser actualizados en el campo para lograr una interfase con un sistema de control de un edificio.
- Timbre de la alarma en exceso de 90 decibeles.
- Repetición de sonido de alarma ajustable a 10, 15, 30 minutos.

3.2.9. Bomba de vacío

Sistema de Vacío Duplex Compuesto por dos bombas montadas sobre un tanque, con panel de control eléctrico para arranque alterno y/o simultaneo.

Tipo Paletas Rotativas

Sello Líquido de Aceite

Lubricación por inyección automática de aceite

Enfriamiento por aire

Recuperador de Aceite

Separador de aceite

Nivel de vacío máximo de 25 Pulgadas de Hg.

Flujo de aire libre a 0 pulg. Hg. = 210 SCFM c/u

Flujo de aire libre a 20 pulg. Hg. = 56 SCFM c/u

Transmisión de potencia por fajas y poleas

Motor eléctrico de inducción, Corriente Alterna, trifásico en 230 Volts.

Tanque Horizontal con capacidad de 120 Galones WC con norma ASME

Panel de Control Eléctrico para funcionamiento automático con arranque alterno con arrancadores magnéticos con protección térmica por motor.

3.2.10. Compresor para aire médico

Tipo Pistón Reciprocante

Sin Lubricación

Enfriamiento por inyección de aire

Flujo de aire por unidad 27 CFM teniendo un total de 54 CFM a 0 psig

Máxima presión de 110 psi

Numero de etapas de compresión = 1

Numero de cilindros por compresor = 2

Filtro de aspiración de 50 micrones por compresor

Potencia de motor de 5HP por compresor

Fase trifásica, 230 voltios – 60 HZ

Válvula de retención por compresor

Válvula de alivio de presión código ASME

Válvula de drenaje automático

Interruptor automático de presión por compresor

Manómetro de presión en tanque

Válvula de servicio

Tanque Horizontal con capacidad en norma ASME

Montaje de compresor en plataformas sobre tanque con aisladores de vibración

Sistema de enfriamiento por turbina de aire

Conexión de compresor a tanque por ensamble de manguera para presión y temperatura

Panel de control eléctrico con caja metálica NEMA1

Arrancadores magnéticos por motor

Protectores de sobrecarga por motor

Horometro de funcionamiento por motor

Transformador para circuito de control

Peso aproximado de 1450 libras.

3.2.11. Secador de aire

Enfriamiento por aire

Punto de Rocío a 125 psig = 75 F

Opera en ambientes entre 35 F y 110 F

Trabaja con carga de Gas Freon R 22

Diámetro de Entrada y Salida de ¾"

Compresor de Refrigeración con potencia de 1 ¼ Hp

Motor de arranque a 115 volts/1ph/60hz

Dimensiones de 37 x 17 x 17 pulgadas

3.3. Propuesta técnica Hospital Nacional de Cuilapa

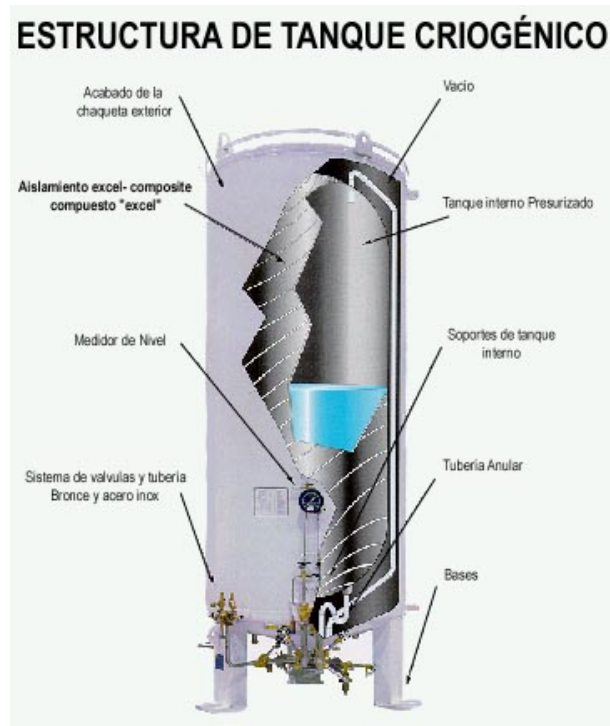
3.3.1. Características de tanque criogénico para el Hospital Nacional de Cuilapa

La unidad a ser instalada en el hospital es un tanque de almacenamiento de doble chaqueta con capacidad para almacenar 900 galones equivalentes a 97,000 pies cúbicos, estos a su vez equivalente a 440 cilindros de 220 pies cúbicos, súper aislado al vacío y el cual puede mantener el oxígeno en forma líquida por largos períodos de tiempo. Este oxígeno líquido permanece dentro del tanque criogénico a temperaturas en el rango de -180 grados Celsius. En el momento que el hospital requiere del gas, la unidad evaporará una cantidad de oxígeno por intermedio de un vaporizador ambiental el cual viene adherido al tanque mismo, el cual utiliza el calor del ambiente para transformar el líquido en gas y de esta forma enviarlo a la red de distribución, para finalmente dosificarlo y suministrarlo al paciente.

Las principales ventajas que se adquieren con el uso de un Tanque criogénico de baja presión para el abastecimiento de oxígeno en forma líquida sustituyendo los cilindros de gas de alta presión son las siguientes:

- **Economía**
- **Seguridad:**
- **Ahorro de gas:** Es un hecho conocido que cuando se usan cilindros de alta presión, siempre hay remanentes de gas en el interior de los cilindros que no pueden ser utilizados de ninguna forma. Si se suma todo este gas remanente, la cantidad perdida es significativa. El uso del gas a través de un tanque criogénico le ayudará a evitar estas pérdidas, dado que solo el oxígeno necesario es enviado al servicio. Esto se puede observar con claridad en las graficas que aparecen al pie de la propuesta.
- **Confiabilidad de abastecimiento:** Con la unidad criogénica, usted tendrá la capacidad de almacenamiento en oxígeno líquido de 440 cilindros gaseosos. Con esta ventaja usted puede planear las fechas del llenado de su tanque, en lugar de tener emergencias por falta de oxígeno.

Figura No. 23
Características de tanque criogénico

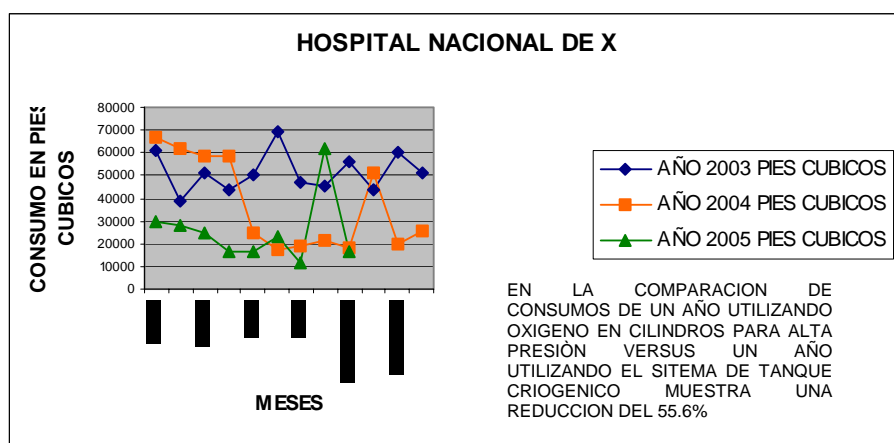


3.4. Comparación de tanque vrs. Cilindros

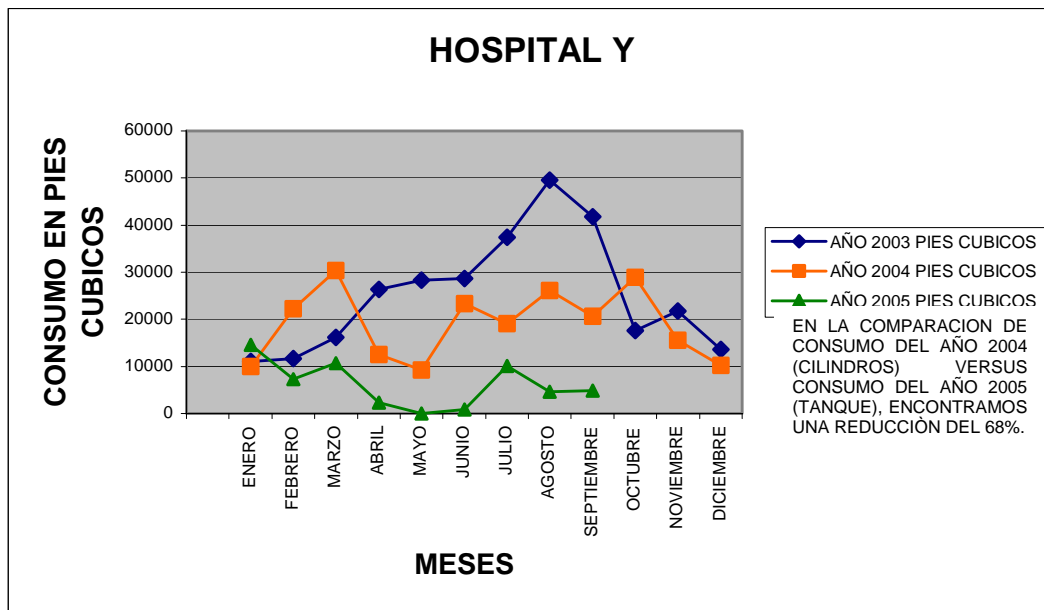
A continuación se realizará una comparación de las dos formas más comunes para utilizar oxígeno en dos hospitales nacionales, los cuales son el de manifold de oxígeno y tanque criogenico, por motivos de seguridad no se especifican los nombres, dichos datos fueron tomados del historial de consumo de los mismos, dados directamente por el proveedor en función de consumos mensuales.

Tabla No.1
Consumos de oxígeno por año

HOSPITAL NACIONAL DE X			
MESES	Cilindros Año 2003 Pies³	Cilindros Año 2004 Pies³	Tanque Año 2005 Pies³
ENERO	61424	66523	29914
FEBRERO	38500	61683	27721
MARZO	51544	58398	25112
ABRIL	44000	58373	16672
MAYO	50139	24498	16370
JUNIO	69100	17309	23127
JULIO	47359	19018	11304
AGOSTO	45080	21032	62224
SEPTIEMBRE	55730	18460	16647
OCTUBRE	43500	51120	0
NOVIEMBRE	60598	20106	0
DICIEMBRE	51180	25285	0



HOSPITAL Y			
MESES	Cilindros Año	Cilindros Año	Tanque Año
	2003 Pies ³	2004 Pies ³	2005 Pies ³
ENERO	500	9944	14536
FEBRERO	100	22220	7262
MARZO	500	30382	10698
ABRIL	100	12540	2332
MAYO	500	9240	0
JUNIO	100	23276	874
JULIO	500	19024	10112
AGOSTO	100	26088	4620
SEPTIEMBRE	500	20670	4889
OCTUBRE	100	28932	
NOVIEMBRE	500	15590	
DICIEMBRE	100	10180	



En los datos de consumo que presentan los hospitales más recientes que han experimentado el cambio de sistema se puede observar claramente que el HOSPITAL X, comparando un año de consumo con cilindros contra un año de consumo con liquido experimenta una reducción del **55.6%** en PIES CÚBICOS DE OXIGENO.

El HOSPITAL Y, el año 2004, de enero a septiembre (Consumo con cilindros de Alta presión) versus el año 2005 de enero a septiembre (consumo con tanque criogénico), muestra una reducción del **68%** en PIES CÚBICOS DE OXÍGENO.

De donde se puede observar que al tener un sistema centralizado de gases médicos, reducimos el costo de consumo de los mismos, debido a que se manejan mejor las cantidades de producto que se consume, evitandose con ello, el regreso de remanentes, con lo que se mejora la eficiencia del sistema y por ende se reduda en menores costos para el hospital, dicho proyecto no tiene ninguna inversion inicial para la institución, por lo cual es factible su implementación.

3.5 Costos de implemetación de red de gases médicos en el hospital regional de Cuilapa

Para el efecto, se tomaràn en cuentas varios aspectos importantes en el desarrollo del proyecto, los cuales van desde el desarrollo del mismo hasta el montaje, supervisión y desarrollo del mismo. De donde el costo por implementar este equipo y su instalación dentro del Hospital Regional de Cuilapa, no tendra ningun costo directo sobre esta institución, sino que ira bajo un plan denominado Comodato, el cual se hara entre el proveedor de gases y el Hospital, y consiste en que el equipo e instalaciones, pertenecen al proveedor y el cliente puede hacer uso de el solo mientras se consuma producto de dicho proveedor.

Para el estudio de los costos lo dividiremos en varias categorías, entre las cuales estan:

- Tubería
- Soportería
- Dispositivos
- Acometida de oxígeno líquido
- Unidad criogénica (tanque)
- Cimentación, traslado y montaje de unidad criogénica
- Instalación, supervisión y mano de obra

El costo total se ve en la siguiente tabla:

Tabla No.2
Costos de instalación

Descripción	Monto
Tubería de cobre tipo L	Q 38,820.00
Soportería	Q 8,363.31
Dispositivos	Q 102,209.71
Acometida de oxígeno líquido	Q 27,291.70
Unidad criogénica	Q 206,000.00
Cimentación, traslado y montaje de tanque	Q 60,950.00
Instalación, supervisión y mano de obra	Q 48,365.06
Subtotal	Q 491,999.78
IVA	Q 59,039.97
Total	Q 551,039.75

3.6. Métodos de seguridad y rutinas de mantenimiento de redes de gases médicos.

3.6.1. Pruebas de presión estática en tuberías para gases médicos

Objetivo: Asegurará la integridad de la tubería, por medio de la presurización de la misma y la detección de caídas de presión.

3.6.2. Procedimientos para examinar y reparar un sistema de tuberías para gases médicos.

- A. Examen de integridad de la tubería. Procedimiento según NFPA 99 “Estándar para instalaciones hospitalarias” (Párrafo 4-5, sección 4.1.2)

Examen de Presión: Cada sección del sistema de tuberías será sujeto a un examen de presión de 150 psi. mínimo con nitrógeno seco libre de aceite. La válvula principal de cierre se cerrará y la presión deberá permanecer estática durante 24 horas con una pérdida de presión máxima Permisible de 5 psi. Para lograr detectar cualquier fuga existente, las válvulas de cierre de área deberán

cerrarse también, para observar cualquier caída de presión en las áreas específicas.

Detección de Fugas: Las tomas y las conexiones expuestas serán probadas para detectar fugas en ellas. Los materiales a utilizar para la detección de fugas serán cualquier solución jabonosa, o líquidos seguros en uso con oxígeno. Si alguna tubería o accesorios son encontrados con daño deberán ser reemplazados siguiendo el procedimiento próximo.

B. Requisitos de soldadura e instalación de tuberías y accesorios según NFPA 99 “Estándares para instalaciones Hospitalarias”(Párrafo 4-3, sección 1.2.3.)

Materiales : Todos los materiales en un sistema de gases médicos no inflamables deben ser adecuados para uso con oxígeno (NFPA 99, párrafo 4-3, sección 1.1.3 “Materiales compatibles con Oxígeno”) La tubería, accesorios, válvulas y otros componentes deberán ser limpiados internamente para remover grasas u otros contaminantes no aptos para uso con oxígeno.

CONCLUSIONES

- El manejo de gases médicos en el Hospital de Cuilapa, no cumple con las normas de seguridad mínimas de los mismos, ya que el emanejo de los cilindros se realiza en forma desordenada y en ningun momento se encuentran sujetos a áreas fijas ni tienen instalados los protectores de seguridad.
- De acuerdo al consumo mensual de cilindros de oxígeno en dicho centro hospitalario, el riesgo de producir enfermedades ocupacionales y provocar accidentes es elevado, así como el costo de compra por pie cúbico, es mayor que el del sistema de oxígeno líquido.
- El sistema de concentrador de oxígeno no es viable para el hospital de Cuilapa, debido a que las fluctuaciones de voltaje en dicha área son altas, lo cual dañaría rápidamente el equipo, provocando desabastecimiento. Además en nuestro medio no se cuenta con personal capacitado para brindarle servicio, y tampoco con empresas que proveen repuestos para dicho sistema.
- Las mayores ventajas que presenta un sistema criogénico sobre los demás sistemas, redundan en que el proveedor realiza la instalación y mantenimiento del sistema y el costo por pie cúbico se reduce en un 39%.
- Con la instalación del sistema criogénico, las autoridades de dicho hospital ahorrarían como mínimo el 50% del costo actual y estarían cumpliendo en un 95% con las normas internacionales que rigen el manejo de dichos gases, como lo son la NFPA 99, CGA, DOT.
- El Hospital Nacional de Cuilapa no realizará ninguna inversión inicial, ya que el proveedor nacional de gases incurrirá con todos los gastos de implementación.V

RECOMENDACIONES

- Iniciar lo antes posible con la instalación de la red centralizada de gases médicos, con la finalidad de brindar una mejor atención a los pacientes que utilizan las instalaciones del Hospital Nacional de Cuilapa.
- Mejorar las instalaciones existentes en funcionalidad de los equipos de succión y aire medico, brindándole urgentemente un mantenimiento preventivo o correctivo según el caso de los equipos en mención.
- Dar el entrenamiento necesario al personal para la utilización adecuada de la red de gases médicos, específicamente en la utilización de los equipos periféricos del mismo.
- Contactar inmediatamente al proveedor de gases con la finalidad que realice los trabajos de instalación de la red de gases médicos.

BIBLIOGRAFIA

- Archivos de Proveedor de gases.
- INFRASAL
- Manual del Ingeniero Mecánico. Ed. 3era.
- Visitas del Hospital de Cuilapa.