



“ASESORIA TECNICA EN LA SELECCION, INSTALACION, PUESTA EN MARCHA, MANTENIMIENTO Y USO DE CONCENTRADORES DE OXIGENO”



TRABAJO DE GRADUACIÓN
PREPARADO PARA LA FACULTAD
DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS

PARA OBTENER EL GRADO DE

TECNICO EN INGENIERIA BIOMEDICA

PRESENTADO POR:

CLAUDIA LARISSA SILIEZAR PINEDA

SP-960376

VLADIMIR ERNESTO VASQUEZ BENITEZ

VB-940268

Asesor del Proyecto:

FRANCISCO RODRIGUEZ CAMPOS

CIUDADELA DON BOSCO

AGOSTO/2000

UNIVERSIDAD DON BOSCO

RECTOR

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIO GENERAL

PBRO. PEDRO JOSE GARCIA CASTRO, S.D.B.

DECANO DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLOGICOS

ING. RICARDO SILIEZAR

ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACION

ING. FRANCISCO ANTONIO RODRIGUEZ CAMPOS

JURADO EXAMINADOR

ING. GUILLERMO MEDRANO

ING. MANUEL MUÑOZ

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLOGICOS

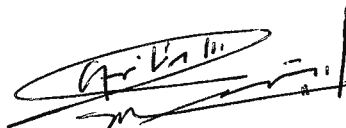
JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACION

**“ASESORIA TECNICA EN LA SELECCION, INSTALACION, PUESTA EN
MARCHA, MANTENIMIENTO Y USO DE CONCENTRADORES DE OXIGENO”**



ING. GUILLERMO MEDRANO

JURADO



ING. MANUEL MUÑOZ

JURADO



ING. FRANCISCO RODRIGUEZ

ASESOR

INDICE

Introducción

CAPITULO I : Introducción al tema	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Descripción del Proyecto	2
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo General	
1.4.2. Objetivos Específicos	
1.5. Alcances y Limitaciones	6
1.5.1. Alcances	
1.5.2. Limitaciones	
1.6. Metodología	8
CAPITULO II: Marco Teórico	9
2.1. Introducción	9
2.2. ¿Qué es un Concentrador de Oxígeno?	10
2.3. Principio de Funcionamiento	11
2.4. Componentes de un Concentrador de Oxígeno	13
2.5. Características Generales	15
2.6. Clasificación del Equipo	16
2.6.1. Conceptos Generales	
2.6.2. Clasificación	

2.7.	Comparación de Costos	18
CAPITULO III: Criterios de Selección		21
3.1.	Introducción	21
3.2.	Normas y Requisitos de Concentradores de Oxígeno	22
3.3.	Cuadro Comparativo	23
3.4.	Especificación Técnica	23
CAPITULO IV: Distribución Arquitectónica		28
4.1.	Introducción	28
4.2.	Distribución Arquitectónica Actual	29
4.3.	Distribución Arquitectónica Sugerida	32
CAPITULO V: Protocolos de Recepción e Instalación para Concentradores de Oxígeno		37
5.1.	Introducción	37
5.2.	Protocolo de Recepción e Instalación en el Hospital	38
5.3.	Protocolo de Recepción e Instalación en Casa del Paciente	41
CAPITULO VI: Mantenimiento Preventivo de los Concentradores de Oxígeno.....		45
6.1.	Introducción	45
6.2.	Definición de Mantenimiento Preventivo	46
6.3.	Justificación de la Inclusión del Concentrador de Oxígeno en un Programa de Mantenimiento Preventivo	46
6.4.	Mantenimiento Preventivo	47
6.4.1.	Para el Usuario u Operario	
6.4.2.	Para el Técnico de Mantenimiento	

CAPITULO VII: Manuales de Operación y Servicio para Concentradores de Oxígeno	50
7.1. Introducción	50
7.2. Manual de Operación para Concentradores de Oxígeno	50
7.3. Manual de Servicio General para Concentradores de Oxígeno	52
CAPITULO VIII: Plan de Capacitación	53
8.1. Introducción	53
8.2. Plan de Capacitación	53
8.2.1. Plan de Capacitación para Usuarios del Equipo	
8.2.2. Plan de Capacitación para Técnicos de Mantenimiento	
CAPITULO IX: Conclusiones y Recomendaciones	64
9.1. Conclusiones	64
9.2. Recomendaciones	66
Bibliografía	69
Anexos	71
ANEXO I: Enfermedades Respiratorias	72
ANEXO II: Cuadro Comparativo	78
ANEXO III: Formato De Inspección Para Concentradores De Oxígeno	81
ANEXO IV: Formato De Instalación Para Concentradores De Oxígeno (Casa Del Paciente)	85
ANEXO V: Manual De Operación	87
ANEXO VI: Manual De Servicio General Para Concentradores De Oxígeno	106

INTRODUCCION

La adquisición de nueva tecnología, su mantenimiento y uso son vitales para la prestación eficiente, segura y eficaz de la atención de la salud.

Para contribuir en este proceso, surge este proyecto como respuesta a la necesidad de asesoría técnica requerida por el **"Programa de Servicio de Suministro de Oxígeno a Pacientes con Insuficiencia Respiratoria Crónica en Pacientes Domiciliarios"**, que el Hospital Nacional de Neumología y Medicina General "Dr. José Antonio Saldaña" pretende llevar a cabo, para lograr, mediante la adquisición de Concentradores de Oxígeno, reingresar a los pacientes oxígeno-dependientes al seno de su familia y de esta manera disminuir los costos que este paciente representa para el Hospital.

Este trabajo brindará al Hospital asesoría técnica referente a la selección, instalación, puesta en marcha, mantenimiento y uso del equipo, la cual incluirá el diseño de la distribución en el área donde se ubicará el equipo, definición de protocolos y procedimientos para la adecuada recepción e instalación de los equipos, elaboración de manuales (de operación y servicio), elaboración de rutinas de mantenimiento preventivo y capacitación sobre el uso y mantenimiento del equipo. También se elaborará un cuadro comparativo con especificaciones técnicas de diferentes marcas y modelos de Concentradores de Oxígeno que se utilizará como base para preparar una propuesta con la mejor opción técnica de compra.

Introducción al Tema

1.1. Antecedentes

Los Concentradores de Oxígeno constituyen la fuente más práctica y confiable de oxígeno suplementario disponible en la actualidad.

La atención que el Hospital Nacional de Neumología brinda a sus pacientes oxígeno-dependientes, incluye el suministro de oxígeno, el cual se hace por medio de cilindros. Una técnica alternativa que el hospital ha encontrado para el suministro de oxígeno son los **"Concentradores de Oxígeno"**.

Hace algunos años el Hospital Nacional de Neumología recibió, una donación de cuatro Concentradores de Oxígeno, los cuales no se encontraban en buenas condiciones de funcionamiento, por lo que fueron entregados a reparación, lográndose hacer operativo únicamente un Concentrador, tal operación hizo que el Hospital incurriera en un gasto aproximado de \$3,000, únicamente en repuestos, sin tomar en cuenta el costo de las horas-hombre del encargado del mantenimiento del equipo. Hasta la fecha las restantes tres unidades no han podido ser reparadas. Este Concentrador de Oxígeno con el que cuenta el hospital es el que está siendo utilizado para suministrar oxígeno en forma domiciliar.

En estos momentos el hospital cuenta con 70 pacientes oxígeno-dependientes, a los cuales desea introducir dentro del programa. Es por esta razón que se está gestionando la ayuda económica para comprar Concentradores de Oxígeno.

Existen pacientes que poseen Concentradores de Oxígeno adquiridos por sus propios medios a una empresa que vende dicho equipo, pero después del tiempo de garantía el único medio con el que cuentan para el mantenimiento de sus unidades o

para la reparación de cualquier desperfecto es el departamento de mantenimiento del hospital, el cual no cuenta con suficiente personal capacitado en el funcionamiento, uso y mantenimiento del equipo lo que provoca que el paciente reingrese al hospital mientras el equipo es reparado.

El Hospital tiene la necesidad de adquirir una mayor cantidad de Concentradores de Oxígeno para dar cobertura a la población oxígeno-dependiente que atiende. Debido a malas experiencias tenidas anteriormente, con empresas que dan el servicio de mantenimiento al equipo (sobre todo en lo relacionado con el tiempo de respuesta para la solicitud de servicio lo cual provoca retraso en el suministro de oxígeno en forma domiciliar), es deseo de las autoridades del Hospital no depender de tales empresas y que el servicio de mantenimiento sea dado por personal de la institución. Para lo que requiere asesoría técnica tanto para la instalación y puesta en marcha del equipo como para el entrenamiento adecuado del personal que brindará dicho servicio.

1.2. Descripción del proyecto

El presente proyecto, en apoyo al Programa de Servicio de Suministro de Oxígeno a Pacientes con Insuficiencia Respiratoria Crónica en Pacientes Domiciliarios, que el Hospital desea emprender, consiste en la asesoría técnica para la instalación, puesta en marcha, mantenimiento y uso de los Concentradores de Oxígeno.

Para esto se requiere el diseño del lugar adecuado para la instalación, estancia del equipo y paciente, personal capacitado para el mantenimiento y reparación de cualquier desperfecto que presente el equipo.

En base a ésta necesidad, la investigación realizada se centró en la búsqueda de información adecuada para dar respuesta a lo requerido por el Hospital, generándose así la siguiente información:

➤ **Cuadro comparativo**

Se detallarán las diferentes características y especificaciones técnicas de las diversas marcas y modelos de Concentradores de Oxígeno, con el objetivo de contar con un documento base que contribuya a tener un panorama de lo existente en el mercado, hacer un análisis técnico y de esta manera sugerir al hospital la mejor opción técnica para la compra del equipo. Además de ser una fuente de información para las compras que el hospital desee hacer posteriormente.

➤ **Diseño en planta de la distribución del equipo**

Se contará con un área de hospitalización que consta de 685 m², y un consultorio médico de 12 m² para la atención de pacientes que se prepararán durante un promedio de 15 días en el uso del equipo y accesorios, después de haber ingresado al programa; y para aquellos que estando o no incluidos en el programa requieran hospitalización.

Se procederá entonces a distribuir el área destinada para este fin por el hospital (Pabellón Lucha Planta Baja) con el objetivo de que ésta cumpla con los requisitos de instalación, manipulación, adecuada distribución del equipo, y permita la seguridad y comodidad del paciente. Esto incluye la distribución de camas y materiales para evitar riesgos de accidente en caso de emergencia, o a la hora de asistir al paciente.

➤ **Protocolos de recepción e instalación.**

Preparación de procedimientos y formatos para las diferentes pruebas que se deben realizar al momento de recibir e instalar el equipo.

➤ **Elaboración de manuales**

- ◆ Manual de operación: se elaborará con la ayuda del médico a cargo del programa para hacer del conocimiento del paciente la función del equipo en él, la forma de operarlo, limpieza, cuidado, contraindicaciones generales y adecuado mantenimiento por parte del operador.

- ◆ Manual de servicio general: no se elaborará en base a una marca o modelo específico, se detallará en forma general el funcionamiento, especificaciones, normas de seguridad e higiene, fallas comunes y condiciones de operación.

➤ **Mantenimiento preventivo**

- ◆ Justificación de la inclusión del equipo en un programa de mantenimiento preventivo planificado.
- ◆ Elaboración de las rutinas de mantenimiento que la unidad requiera:
 - Para el técnico de mantenimiento.
 - Para el usuario u operador del equipo.

Que se incluirán en los manuales de servicio general y del operador respectivamente.

➤ **Elaborar un plan de capacitación.**

Se elaborará un plan de capacitación dirigido a técnicos de mantenimiento y operadores del equipo, en el cual se detallarán aspectos tales como: objetivos a alcanzar, temas a desarrollar, metodología a utilizar, tiempo y materiales requeridos, prácticas a realizar, forma de evaluación del aprendizaje, perfil del instructor y capacitando, número máximo de capacitandos por capacitación.

1.3. Justificación

La población oxígeno-dependiente que atiende el Hospital Nacional de Neumología ha ido aumentando en los últimos años, incrementándose por ende, los costos de hospitalización. Es por esta razón que se desea poner en marcha un programa que permita el suministro de oxígeno en forma domiciliar a pacientes con insuficiencia respiratoria crónica (pacientes oxígeno-dependientes) y disminuir el número de pacientes hospitalizados por esta causa. Una alternativa práctica y confiable de suministro de oxígeno suplementario a este tipo de pacientes es a través de Concentradores de Oxígeno, por lo que el Hospital se ve en la necesidad de adquirirlos, para brindar este servicio a la población de pacientes oxígeno-

dependientes dentro de sus instalaciones, y que no posee la capacidad económica de adquirir por medios propios este tipo de equipos.

El proceso de adquisición requiere de la selección, instalación y puesta en marcha del equipo y es precisamente en esta parte que el Hospital necesita de asesoría técnica que provea la documentación necesaria en aspectos tales como: marcas y modelos existentes en el mercado, disponibilidad de repuestos, el diseño del área en la cual se ubicará el equipo y protocolos de instalación, para ser incluido en el proceso de gestión de compra que ellos desean realizar.

Debido a la falta de personal capacitado en el uso y cuidados de Concentradores de Oxígeno, también requiere de asesoría en la elaboración del plan de capacitación y manejo de dicho equipo.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Brindar al Hospital Nacional de Neumología y Medicina General "Dr. José Antonio Saldaña", la asesoría técnica necesaria para la selección, instalación y puesta en marcha como parte del proceso de adquisición de Concentradores de Oxígeno; mantenimiento y uso del equipo como parte del proceso de administración de tecnología, en apoyo al "Programa de Servicio de Suministro de Oxígeno a Pacientes con insuficiencia Respiratoria Crónica en Pacientes Domiciliarios".

1.4.2. Objetivos Específicos

- a) Recopilar información para la elaboración de un cuadro comparativo que contenga las diversas marcas de Concentradores de Oxígeno existentes en el mercado, para hacer una propuesta de la mejor opción técnica de compra basados en el análisis del cuadro comparativo.

- b) Definir un protocolo para realizar las pruebas técnicas al equipo una vez recibido y este listo a instalarse, para asegurar que el equipo adquirido funciona correctamente y cumpla con los requisitos exigidos por el Hospital.
- c) Diseñar la distribución e instalación de los Concentradores de Oxígeno, para ser implementado en el área especificada por el Hospital.
- d) Elaborar un manual de operación que además de detallar, describa el uso y cuidados que el paciente debe brindarle al equipo.
- e) Elaborar un manual de servicio general, para que pueda ser utilizado por los técnicos de mantenimiento en cualquier marca o modelo que se adquiriera.
- f) Elaborar rutinas de mantenimiento preventivo del equipo, tanto para técnicos como para pacientes, y de esta forma asegurar una mayor vida útil y condiciones óptimas de operación del equipo.
- g) Elaborar el plan de capacitación dirigido a técnicos de mantenimiento y usuarios del equipo asegurando con esto el buen uso y mantenimiento del mismo.

1.5. Alcances y Limitaciones

1.5.1. Alcances

1. Que el Hospital cuente dentro de su banco de datos con un documento que contenga las especificaciones técnicas de diversos Concentradores de Oxígeno existentes en el mercado para tener un mejor panorama y realizar futuras compras.
2. Sentar una propuesta técnica de compra, de acuerdo a la información obtenida con el cuadro comparativo y que cumpla con los requisitos exigidos por el hospital

de acuerdo a las necesidades que desea solventar así como normas y estándares.

3. Realizar el diseño para la remodelación del área especificada por el Hospital para:
 - La atención del paciente con insuficiencia respiratoria crónica así como el adiestramiento de éste en el uso y cuidado del equipo.
 - El establecimiento de condiciones óptimas de instalación para que el equipo funcione adecuadamente.
4. Generar protocolos de pruebas técnicas que permitan comprobar el buen funcionamiento y estado del equipo al momento de ser instalado.
5. Elaborar los manuales de operación y servicio del equipo así como las rutinas de mantenimiento preventivo del mismo para que puedan ser utilizadas por el departamento de mantenimiento del hospital.
6. Elaborar un plan de capacitación dirigido a técnicos de mantenimiento, usuarios u operarios del equipo, para ser puesto en marcha por el departamento de mantenimiento del Hospital.

1.5.2. Limitaciones

1. La información técnica proporcionada por las empresas suministrantes del equipo debido a la confidencialidad con que manejan este tipo de información.
2. Las entrevistas y visitas domiciliarias a pacientes que poseen equipo propio se coordinaron, programaron y realizaron en forma conjunta con el personal encargado del programa en el hospital por lo que se estuvo sujeto a la disponibilidad de tiempo de dicho personal.

1.6. Metodología

La recopilación de información, se realizó en base a tres métodos:

- ♦ Investigación bibliográfica.
- ♦ Estudio de campo.
- ♦ Entrevistas.

Siguiendo éstos tres métodos de recopilación de información se pudo contar con información bibliográfica como libros, manuales de operación, catálogos, artículos de revistas e información encontrada en Internet. Por otro lado gracias las visitas efectuadas a empresas suministrantes de Concentradores y entrevistas a los técnicos encargados del mantenimiento del equipo, tanto en el Hospital como en las Empresas se obtuvo información como cotizaciones, catálogos de el equipo, mantenimiento realizado a las Unidades, fallas más comunes, precios de repuestos y accesorios, etc.

Mediante la visita a la casa de pacientes se pudo tener un panorama de las condiciones con las se encontraría el personal del Hospital al momento de instalar el equipo en la casa del paciente.

Con la información obtenida anteriormente, se procedió al análisis, clasificación y procesamiento de la información para realizar el diseño de la planta, hacer una propuesta de las características y especificaciones mínimas con que debería contar el Concentrador, elaborar manuales de operación y servicio general, rutinas de mantenimiento, protocolos de recepción e instalación, cuadro comparativo y plan de capacitación.

Marco Teórico

2.1 Introducción

La mayor parte de los hospitales poseen complejas instalaciones de tuberías para la distribución de gases médicos que permiten suministrar oxígeno a la cabecera de casi todos los pacientes. Estas tuberías constituyen una forma inocua y eficaz de suministrar oxígeno a un gran número de pacientes, pero son instalaciones de ingeniería costosas que no pueden cambiar de lugar. Para recibir oxígeno-terapia por este medio, el paciente tiene que concurrir al hospital.

La opción para administrar oxigenoterapia en casa tradicionalmente ha consistido en suministrar el gas en cilindros. Se trata de un método complejo y costoso, pues las botellas se vacían rápidamente y deben reemplazarse con botellas llenas, que son pesadas y de difícil manejo en casa.

Ha surgido un nuevo método de generar oxígeno a pequeña escala, adecuado para tratar pacientes individuales. El aparato que se usa con este propósito se llama Concentrador de Oxígeno, y lo único que requiere para funcionar es corriente eléctrica.

Los costos de operación exactos dependen de factores locales como el fluido eléctrico, pero son considerablemente menores que el costo de una red de distribución de botellas de oxígeno. Los costos de mantenimiento son bajos y algunos modelos sólo necesitan servicio por un técnico cada año y medio. En el interior lo único que hace falta es cambiar regularmente unos filtros de fácil acceso y baratos. Aún cuando el costo de adquisición de un concentrador de oxígeno puede ser alto, a la larga puede ahorrar dinero.

2.2. ¿Qué es un Concentrador de Oxígeno?

La función básica de un Concentrador de Oxígeno es remover el nitrógeno del aire ambiente.

El **aire ambiente** consiste de:

- 78% Nitrógeno
- 21% Oxígeno
- 0.9% Argón
- 0.1% Otros gases

Basados en esto, es lógico el por qué se debe remover todo el nitrógeno del aire ambiente, y proporcionar un gas enriquecido principalmente de oxígeno. Esto es exactamente lo que hace el Concentrador de Oxígeno.

Definición:

El **Concentrador de Oxígeno** es un dispositivo eléctrico que produce oxígeno tomando el aire del medio ambiente, filtrándolo y separando bajo presión el nitrógeno del aire, permitiendo que sólo el oxígeno pase a través de una conexión para su administración al paciente, mientras el nitrógeno es liberado al medio.

Aplicaciones clínicas:

El Concentrador de Oxígeno ha sido fabricado para proporcionar largos periodos de terapia de oxígeno a pacientes con enfermedades respiratorias crónicas. La importancia de esto radica en el hecho de que mediante la utilización de este equipo se puede proporcionar la oxígeno-terapia en forma domiciliar.

Oxígeno-terapia: Procedimiento en el cual se administra oxígeno a una persona con el fin de reducir la hipoxia.

Condiciones que pueden requerir oxígeno terapia:

- Bronquitis Crónica
- Enfisema
- Asma
- Cáncer de Pulmón
- Insuficiencia Cardíaca Congestiva
- Fibrosis Quística
- Neumopatía profesional

Basándose en esta aplicación, el Hospital Nacional de Neumología ha dado inicio a un programa de Suministro de Oxígeno en Forma Domiciliar a pacientes que padecen las siguientes enfermedades respiratorias (Ver ANEXO 1, para mayor detalle):

- ▣ EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica)
 - ✧ Bronquitis Crónica
 - ✧ Enfisema Pulmonar
 - Secuelas de Tuberculosis
- ▣ Cor Pulmonale
- ▣ EPID (Enfermedad Pulmonar Intersticial Difusa)
- ▣ Fibrosis Pulmonar

2.3. Principio de funcionamiento

Un Concentrador de Oxígeno utiliza aire del medio ambiente como fuente de oxígeno. Esto lo logra por medio de la separación de los componentes del aire: nitrógeno, oxígeno y otros gases.

El aire es tomado del ambiente, filtrado e introducido a un compresor. En este punto es comprimido y elevado a una presión de 20 libras por pulgada cuadrada (PSI) (Fig. 1.1). El aire comprimido es entonces enviado a una de las recámaras que contienen gránulos de Zeolita (microcristales de silicato de aluminio) donde el nitrógeno es absorbido selectivamente dejando como residuo oxígeno, disponible

para ser usado por el paciente. Después de unos 20 segundos el suministro de aire comprimido es automáticamente dirigido hacia la otra recámara donde se repite el proceso, permitiendo que la salida de oxígeno sea continua y sin interrupciones. Mientras la presión en la segunda recámara está a 20 PSI, la presión en la primera es reducida a cero, lo que permite que el nitrógeno sea removido de la zeolita y devuelto a la atmósfera. Como la zeolita es un material absorbente regenerativo, comienza entonces a regenerarse para estar lista para el próximo

ciclo. El alternar la presión en las dos recámaras, de modo que primero una tiene 20 PSI y luego la otra tenga 20 PSI, permite que se produzca un suministro constante de oxígeno, mientras la zeolita es continuamente

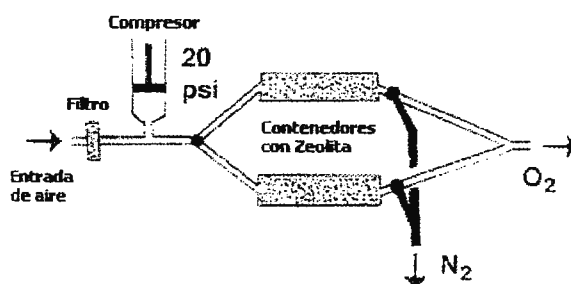


Fig.1.1

regenerada. Este cambio de presiones en las Unidades individuales permite obtener una salida entre 1 y 5 litros por minuto con una concentración de Oxígeno entre el 87 y 95%.

2.4. Componentes de un Concentrador de Oxígeno

En general los Concentradores de Oxígeno poseen los componentes descritos a continuación, aunque el nombre y la existencia de algunos de estos pueden variar entre un fabricante y otro.

a) *Conmutador eléctrico de encendido y apagado*

Inicia y finaliza la operación de la unidad.

b) *Contador de horas*

Registra las horas totales de operación de la unidad.

c) *Medidor de flujo*

Mide en litros/minuto el volumen de gas administrado al paciente.

d) *Indicador de la concentración de oxígeno*

Monitorea la cantidad de oxígeno producida por el concentrador e indica cuando la salida de oxígeno está por debajo del rango especificado por el fabricante.

e) *Salida de oxígeno*

Proporciona conexiones para un humidificador (si se requiere), una cánula o un catéter. (Fig. 1.3)

f) *Agarraderas superiores y laterales*

Facilitan el transporte de la unidad.

g) *Instrucciones operativas*

Explica los procedimientos necesarios para operar la unidad.

h) *Cable eléctrico*

Permite la conexión de la unidad en un tomacorriente.

i) *Filtros (Fig. 1.2):*

A) Filtro de partículas grandes. Este filtro elimina las partículas de polvo y otras impurezas del aire que entra al equipo.

B) Filtro de entrada al compresor, que detiene las partículas pequeñas que el primer filtro hubiese dejado pasar.

C) Filtro HEPA

D) Filtro bacteriológico, último filtro por el que pasa el oxígeno antes de suministrarlo al paciente.

j) *Compresor*

Aspira el aire del ambiente, lo comprime y eleva a una presión de 20 PSI. (Fig. 1.3)

k) *Cilindros (Canister)*

Contienen la zeolita (material molecular absorbente selectivo regenerativo no inflamable), es aquí donde se realiza la absorción del nitrógeno, contenido en el aire proveniente del compresor, y la generación de oxígeno. (Fig. 1.3)

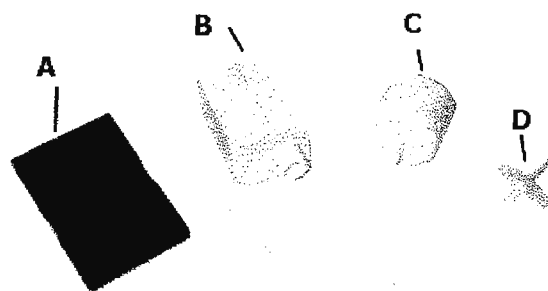


Fig. 1.2

l) Sistema de válvulas

Regula el flujo del aire comprimido a través de las recámaras de manera alterna y permiten la liberación al medio del nitrógeno.

m) Reservorio

Tanque contenedor de oxígeno antes de la salida de oxígeno. (Fig. 1.3)

n) Tarjeta electrónica

Controla el sistema de alarma e indicadores. Contiene un dispositivo lógico programable que controla y regula el tiempo de ciclado del sistema de válvulas. Además es mediante un sensor conectado a esta tarjeta que se monitorea la concentración de oxígeno. También es aquí donde va conectada la batería de 9V que sirve para el funcionamiento de la alarma.

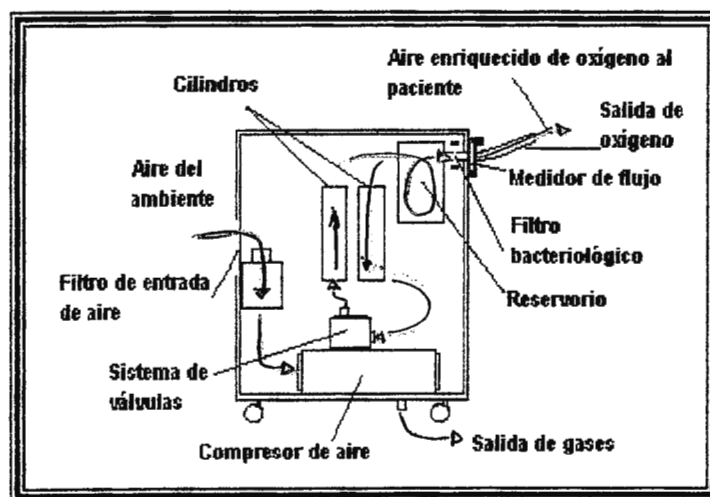


Fig. 1.3

o) Accesorios

Existen básicamente tres accesorios utilizados para la administración de oxígeno al paciente, estos son:

Mangueras: permiten conectar la cánula nasal a la salida de oxígeno del Concentrador o a la salida del humidificador.

Cánula nasal: accesorio utilizado para administrar el oxígeno al paciente. (Fig. 1.4)

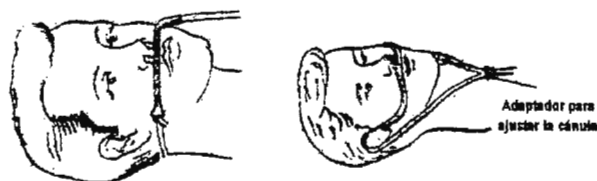


Fig. 1.4

Humidificador: accesorio utilizado para suministrar humedad en forma de vapor de agua. (Fig. 1.5)



Fig. 1.5

2.5. Características generales

La mayoría de Concentradores de Oxígeno tienen en común una serie de características, entre las que se pueden mencionar:

- ☒ Consumo de potencia de aproximadamente 300W.
- ☒ Salida de 5 litros por minuto.
- ☒ Suministro de oxígeno las 24 horas del día.
- ☒ La concentración de oxígeno disminuye a medida que aumenta el flujo.
- ☒ Si el Concentrador de Oxígeno posee el dispositivo sensor de oxígeno (OCSI: Oxygen Concentration Status Indicator):
 - Una luz verde indica concentraciones de oxígeno por arriba de 85%
 - Una luz amarilla indica concentraciones de oxígeno entre 85% y 70%
 - Una luz roja indica concentraciones de oxígeno por debajo del 70% (en cuyo momento el aparato se apaga).
- ☒ Funcionamiento silencioso.
- ☒ Manijas, agarraderas y ruedas incorporadas.
- ☒ Se manejan con facilidad y son de mantenimiento sencillo.

2.6. Clasificación del Equipo de Acuerdo a la Seguridad Eléctrica.

2.6.1. Conceptos generales

a. Choque eléctrico

Originado por la circulación de una corriente eléctrica a través del cuerpo humano. Generalmente se debe al contacto accidental con partes descubiertas de circuitos eléctricos en aparatos domésticos, pero también puede estar causado por contacto con conductores de alto voltaje. El daño causado por la electricidad al pasar a través del organismo depende de la intensidad de la corriente eléctrica, del tipo de ésta, y de su duración y frecuencia. La corriente alterna (CA), la corriente continua (CC) y la mixta provocan diversos tipos de grados de lesión.

De acuerdo a la intensidad de la corriente eléctrica los choques eléctricos se clasifican en:

Microchoque

Es producido cuando una pequeña corriente es aplicada directamente (o pasa) cerca del corazón. Esta corriente puede producir fibrilación ventricular, y como consecuencia causar la muerte o daños cerebrales irreversibles en el paciente si no son rápidamente corregidos.

Macrochoque

Son producidos por el paso de corrientes relativamente grandes a través del cuerpo humano, pueden ocurrir, por ejemplo, si se tocan los cables de potencia del equipo.

Niveles de seguridad ampliamente aceptados para prevenir el peligro de macrochoque y microchoque.	
Macrochoque (mA)	Microchoque(μA)
<5	<10

b. Corriente de fuga

Generalmente se llama corriente de fuga a la pequeña corriente, normalmente del orden de los μA , que inevitablemente fluye entre cualquier par de conductores aislados y adyacentes que están a potenciales diferentes, en otras palabras es la corriente que fluye desde las partes activas, o sometidas a tensión eléctrica del equipo a través de las partes metálicas accesibles hacia la tierra.

c. Equipamiento con doble aislamiento

El objetivo de la conexión a tierra es eliminar los potenciales peligrosos entre todas las superficies conductoras. Una buena solución se logra si se emplean capas de aislamiento para prevenir el contacto entre cualquier persona y el chasis o superficie conductora.

El aislamiento primario es el soporte normal entre conductores que conducen energía y el chasis. Un doble aislamiento en forma de capa aislante entre el chasis y la superficie del equipo protege al usuario hasta el caso de que ocurra una falla en la puesta a tierra del chasis. Si la superficie del equipo es hecha de material aislante esta puede usarse como doble aislamiento. Todos los interruptores o teclado deben también ser aislados doblemente. El doble aislamiento reduce generalmente las corrientes de fugas si las soluciones tecnológicas son adecuadas. Para la instrumentación médica las superficies que producen el doble aislamiento, deben mantener sus propiedades aislantes aún cuando se derramen líquidos conductores sobre dichas superficies. El doble aislamiento disminuye el riesgo de microchoque y macrochoque.

2.6.2. Clasificación

Según la norma IEC 601-1 el Concentrador de Oxígeno se clasifica de la siguiente manera:

DE ACUERDO AL TIPO DE PROTECCIÓN CONTRA CHOQUE ELÉCTRICO

Clase II *Equipo en el que la protección contra choque eléctrico no descansa únicamente en el aislamiento básico, sino que incluye medidas de seguridad adicionales tales como, aislamiento doble o aislamiento reforzado, no existiendo provisión de puesta a tierra y confiando en las condiciones de la instalación.*

DE ACUERDO AL GRADO DE PROTECCIÓN CONTRA CHOQUE ELÉCTRICO

Tipo B *Protección contra choque eléctrico, particularmente con la corriente de fuga permisible, y la fiabilidad de la conexión a tierra si la hubiese.*

2.7. Comparación de Costos

Previo a la realización del proyecto "Asesoría Técnica en la Selección, Instalación, Puesta en Marcha, Mantenimiento y Uso de Concentradores de Oxígeno" el Hospital Nacional de Neumología realizó un análisis del beneficio económico de adquirir Concentradores de Oxígeno en lugar de continuar con el tradicional método de cilindros de oxígeno para brindar el servicio de terapia respiratoria a sus pacientes oxígeno-dependientes.

Debido a que por normas internas del hospital no se nos hizo posible tener acceso a ésta información hicimos una comparación superficial entre el costo que representa actualmente para el Hospital mantener ingresado a un paciente oxígeno-dependiente y el costo de adquirir los Concentradores de Oxígeno para que el paciente los utilice en su casa.

El cálculo se realizó de la siguiente manera:

- 1° El Hospital compra mensualmente 950 cargas de oxígeno. Cada carga contiene 2000 lbs. y tiene un precio de ¢116.
- 2° De estas 950 cargas, el Pabellón Lucha Planta Baja, lugar en el cual se desarrollará el proyecto, consume en promedio 363 cargas al mes. Este calculo se obtuvo conociendo las cargas utilizadas en este pabellón en un trimestre, de la siguiente manera:

Mes	Cargas	Costo (¢116 c/carga)
Abril	380	¢ 44,080
Mayo	342	¢ 39,672
Junio	367	¢ 42,572
$Promedio = \frac{\sum Cargas}{3} = 363 \text{ cargas}$		$CostoTotal = \frac{\sum Costo}{3} = ¢42,108$

Así mensualmente el Hospital gasta una cantidad de **¢42,108 en cilindros de oxígeno.**

- 3° En el periodo de tiempo utilizado para este estudio el pabellón tenía ingresados un total de 61 pacientes; 40 de los cuales eran oxígeno-dependientes. Para encontrar el costo de hospitalización que cada paciente representa para el Hospital, se procedió de la siguiente manera:

- El costo del día/cama estándar por paciente es de ¢1,000, esto incluye el recurso humano, medicamentos, alimentación, uso de aparatos, entre otras cosas.
- Se consideró como población 40 pacientes.

$$Costo \text{ por Hospitalización} = 40[Pacientes] \times ¢1,000 \left[\frac{cama}{día} \right] \times 30[días] = ¢1,200,000$$

$$\textbf{Costo por Hospitalización = ¢1,200,000}$$

- 4° El costo de adquirir los Concentradores de Oxígeno es el siguiente

- a) Tomando un valor promedio de ¢15,000 como costo de cada Concentrador, sacando un promedio del precio de los Concentradores existentes en el mercado nacional, (ver Cuadro Comparativo, ANEXO II).
- b) Una población de 40 pacientes.
- c) Comprar un Concentrador para estos 40 pacientes costaría mensualmente

$$\frac{¢15,000 \times 40[Pacientes]}{12[Meses]} = \frac{600,000}{12} = \underline{\underline{¢50.000}}$$

5º CONCLUSION

Mantener hospitalizados a 40 pacientes oxígeno-dependientes representa para el hospital ¢42,108 + ¢1,200,000 = ¢1,242,108, de comprar los Concentradores de Oxígeno pagaría por esos 40 pacientes ¢50,000, claro esto sin considerar costo de repuestos, técnico de mantenimiento, capacitar al paciente, y otras cosas que incluye programa del Hospital, pero no asciende dicha suma a todo lo que el Hospital se ahorra al adquirir los Concentradores, es decir ¢1,242,108 - ¢50,000 = ¢1,192,108.

NOTA: Los datos aquí utilizados fueron proporcionados por el departamento de mantenimiento del Hospital Neumológico.

Criterios de Selección

3.1. Introducción

Cuando se desea comprar un equipo es necesario tener una idea de la calidad del artículo que se va adquirir, pues cuando no se estipula previamente la calidad de un artículo o de una serie de artículos, hay grandes diferencias en los precios de los diversos proveedores y muchas veces se tiende a escoger el de menor precio, aún cuando ello signifique implícitamente el hecho de que éste será de menor calidad; otras veces por el contrario, se tiene la impresión de que la oferta más cara es obviamente la de mejor calidad, de manera que es necesario tomar en cuenta una serie de especificaciones, con el fin de obtener algo con la calidad deseada.

De acuerdo a lo anterior y con el objeto que el Hospital cuente con información que contribuya a tener un panorama de las diversas marcas y modelos de Concentradores de Oxígeno existentes en el mercado, con un bosquejo de los requisitos de seguridad, eficiencia, funcionamiento y características que deben llenar los Concentradores de Oxígeno, se han elaborado:

- a. Un conjunto de normas y requisitos que los Concentradores de Oxígeno deben llenar de acuerdo a lo estipulado por organizaciones internacionales como lo son la Organización Mundial de la Salud (OMS), Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM: American Society for Testing and Materials), Comisión Internacional Electrotécnica (IEC: International Electrotechnical Commission), Organización Internacional para la Estandarización (ISO: International Organization for Standardization).

- b. Un cuadro comparativo en el cual se detallan las especificaciones técnicas de las diferentes marcas y modelos de Concentradores de Oxígeno existentes en el mercado nacional, así como las casas suministrantes de éstos en el país.
- c. Especificaciones técnicas que constituyen una propuesta de los requisitos mínimos que el modelo de Concentrador de Oxígeno elegido debe reunir.

3.2. Normas y Requisitos de los Concentradores de Oxígeno

El programa de Infecciones Respiratorias Agudas de la OMS ha publicado un esquema de prueba para los concentradores de oxígeno¹, el cual requiere que, además de cumplir con la norma internacional para concentradores de oxígeno², los aparatos de esta clase que van a usarse en países en desarrollo sean capaces:

- De funcionar en forma segura a temperaturas hasta de 43°C con una humedad de 90% a 95% y altitudes hasta de 4,000 metros del nivel del mar.
- De soportar los riesgos del transporte en terreno difícil, de tal modo que tienen que pasar pruebas de vibración y corrosión¹.

Además, que los Concentradores usados en estas condiciones:

- Posean equipo adicional (regulador de voltaje) para disminuir las probabilidades de daño causado por variaciones del suministro de corriente eléctrica local.
- Cuenten con un dispositivo sensor de oxígeno que indique cuando la concentración de este gas está por encima o por debajo de ciertos valores prefijados y apague el concentrador si dicha concentración disminuye demasiado.

1. Test schedule for oxygen concentrators, issue 1 (1991) WHO/ARI.

2. Oxygen concentrators for medical use (safety requirements) (1988) ISO 8359.

- Vengan en diferentes versiones para adaptarse a distintos voltajes y frecuencias de la corriente eléctrica.
- Suministren el oxígeno a una presión de aproximadamente 5 PSI por encima de la presión atmosférica. Ello basta para impulsar el gas por un tubo de 15 m de longitud y 5 mm de diámetro interno, de tal manera que es posible colocar el concentrador a cierta distancia del paciente o incluso un cuarto vecino.
- Produzcan un nivel de ruido en el intervalo de 50 a 55 dB promedio a un metro de distancia, que se considera aceptable en los hogares de muchos pacientes.
- Posean doble aislamiento eléctrico.

3.3. Cuadro Comparativo

Para la elaboración del cuadro comparativo se tomó como base un cuadro comparativo de Concentradores de Oxígeno elaborado por la ECRI, de éste sólo se tomaron en cuenta aquellos parámetros de los cuales nosotros teníamos información de acuerdo a lo proporcionado por las empresas de el país.

La información contenida en el cuadro comparativo, además de servirnos como perspectiva de lo existente en el mercado, nos servirá para definir en la especificación técnica propuesta los aspectos relacionados con el consumo de potencia, características físicas: dimensiones y peso de la Unidad, y otros aspectos que no estén normados sino que constituyen características propias de los Concentradores de Oxígeno, como por ejemplo las concentraciones de oxígeno a determinado flujo, alarmas, indicadores. (Ver Cuadro Comparativo ANEXO II).

3.4. Especificación Técnica

Es un documento que debe ser proporcionado para todo instrumento ó equipo médico, que define información relevante, completa y detallada de seguridad, eficiencia, funcionamiento y características requeridas de un producto o servicio.

Esta puede ser proporcionada como un documento impreso separado, legible ó como parte del manual de servicio.

La especificación técnica debe incluir al menos la siguiente información:

(1) Parámetros físicos

Hace referencia al tamaño y peso en unidades inglesas y unidades en el sistema internacional.

(2) Características eléctricas

Alimentación, consumo de potencia, aislamiento, entre otros.

(3) Requerimientos ambientales

Definición de espacio, temperatura, humedad, soporte estructural, iluminación, ventilación, y cualquier otro requerimiento ambiental apropiado.

(4) Características de funcionamiento

Información específica concerniente a precisión, repetibilidad, y otras características de funcionamiento del equipo con respecto a las funciones para las cuales ha sido fabricado.

(5) Características Mecánicas

Controles e interruptores.

(6) Opciones y accesorios

Descripción de los diversos dispositivos adicionales (incluyendo número de partes), tanto si son proporcionados o no con el equipo, como repuestos o suministros, y una lista detallada de todos los accesorios disponibles, incluyendo manuales y repuestos.

(7) Estándares aplicables

Listado de todos los estándares aplicables o partes de estos con los cuales el equipo o instrumento cumple. Si el sistema esta sólo parcialmente acorde con el estándar aplicable o existiesen excepciones, estas deben ser especificadas.

En base a las "Normas y Requisitos de los Concentradores de Oxígeno", el "Cuadro Comparativo" y la información que deberá incluir la especificación técnica, todo esto expuesto anteriormente, **el modelo de Concentrador de Oxígeno propuesto deberá reunir, al menos, las características y especificaciones técnicas siguientes:**

✧ **Peso:**

- Inferior a 30 Kg. (66 lbs)

✧ **Dimensiones:**

- Altura: entre 60 -73 cm (23.6 - 28.8 plg)
- Ancho: entre 30 -45 cm de ancho (11.8 - 17.7 plg)
- Profundidad: entre 35 - 42 cm (13.8 - 16.5 plg)

✧ **Eléctricas**

• **Alimentación:**

- 120 VCA, 60 Hz
- Componentes eléctricos que permitan su conexión y funcionamiento a partir de la red eléctrica.

• **Consumo:**

Inferior a 400 vatios por hora.

✧ **Rendimiento (mínimo)**

• **Concentraciones de O₂:**

95% (± 3%), con flujo de 0 a 3 lpm

92% (± 3%), con flujo de 4 lpm

90% (± 3%), con flujo de 5 lpm

• **Presión de entrega de oxígeno:**

5 psi ± 0.5 psi (34.5 kPa ± 3.45 kPa)

• **Nivel de ruido**

Inferior a 55 dB promedio

✧ Características mecánicas**• Controles:**

Cada concentrador dispondrá de un caudalímetro que permita la administración de oxígeno a bajo flujo (menor a 2 lpm) y hasta los límites de la prescripción médica.

• Filtros:

El filtro de entrada de aire será de fácil manipulación por el paciente. Además, contará al menos con un filtro previo de entrada del compresor y un filtro bacteriológico de entrada y salida de gases.

• Movilidad:

El concentrador estará dotado de agarraderas y ruedas, o cualquier otro sistema que permitan el movimiento del concentrador fácilmente por el paciente o el personal médico.

✧ Protección para el paciente y el operador**• Alarmas:**

Alarma sonora para avisar de la interrupción del suministro eléctrico, alarma de baja y alta presión.

• Indicador de la concentración de oxígeno:

Indicadores luminosos de la pureza del oxígeno suministrado al paciente.

✧ Opciones y accesorios**• Vaso Humidificador.**

- **Tubos de conducción.** Serán de una pieza o de una longitud máxima de 20 metros, ajustándose en cada caso su longitud a las necesidades del paciente. Estos tubos deben ser no deformables.

- **Accesorios de inhalación.** Se suministrará el prescrito por el médico en cada caso: cánula nasal, catéter nasal tipo sonda y/o mascarilla de inhalación oronasal.

✧ Otras

- Todo el etiquetado del equipo y de sus mandos estará en español.

- El equipo se acompañará de los manuales de operación y servicio en español.

✧ **Normas y estándares aplicables**

- ANSI: American National Standards Institute. Concentradores de Oxígeno para uso médico. [Standard]. ANSI Z79.13-1981.
- IEC: International Electrotechnical Commission. (601-1) Requisitos generales de seguridad eléctrica para equipos electromédicos. Los criterios de seguridad eléctrica en esta norma son los más comúnmente aplicados internacionalmente. La mayoría de los países han adoptado o adaptado los requerimientos de la IEC.
- ISO: International Organization for Standardization. Concentradores de Oxígeno para uso médico. Requisitos de seguridad [Standard]. 1st ed. ISO 8359. 1988.
- Test schedule for Oxygen Concentrators, issue 1 (1991) WHO/ARI.

Distribución Arquitectónica

4.1. Introducción

Los equipos requieren de instalaciones construidas de acuerdo a normas, regulaciones de construcción y seguridad, que les permitan operar de acuerdo a las funciones para las cuales fueron fabricados.

A continuación se presentan dos distribuciones arquitectónicas:

DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA ACTUAL

Hace referencia a la forma en que en estos momentos se encuentra distribuido el Pabellón Lucha Planta Baja del Hospital Nacional de Neumología, lugar elegido para implementar el **"Programa de Servicio de Suministro de Oxígeno a Pacientes con Insuficiencia Respiratoria Crónica en Pacientes Domiciliarios"**. Esta servirá de base, en la distribución sugerida, para realizar una adecuada distribución de los Concentradores y las camas de los pacientes dentro del servicio, garantizando que la estadía del paciente sea segura y confortable.

DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA SUGERIDA

Constituye una propuesta con las condiciones mínimas necesarias para que en dicha área se lleve a cabo la ubicación e instalación de los Concentradores de Oxígeno que el Hospital adquiera para desarrollar el Programa, con el fin de que éstos se mantengan en óptimo funcionamiento.

4.2. Distribución arquitectónica actual (Fig. 4.1)

El Pabellón Lucha Planta Baja presenta las siguientes características:

- ➡ En el se encuentran hospitalizados aproximadamente 40 pacientes oxígeno-dependientes.
- ➡ Tiene la capacidad para albergar a 84 pacientes.
- ➡ Cuenta con 14 cubículos para la atención de los pacientes:
 - Cada cubículo consta de 6 camas.
 - La separación entre camas es de 70 cms.
 - La separación entre las camas y la pared es de 65 cms.
 - Las dimensiones de las camas son de un 1 mt de ancho por 2.05 mt de largo.
 - Por cada cubículo hay un tomacorriente doble trifilar (aterrizado), ubicado a 23 cm sobre el nivel del suelo.
 - No todos los cubículos están siendo usados al mismo tiempo, por lo menos 3 quedan en desuso.

Las figuras que se verán a continuación muestran como está distribuido el Pabellón. Así:

- ✧ En la Fig. 4.1 se puede ver el diseño en planta de todo el pabellón, con los diferentes áreas que componen el servicio.
- ✧ **Cubículos**, ya que el equipo será colocado en cada uno de ellos, se han elaborado las diferentes vistas de cada cubículo con el fin de poder apreciar en forma visual, la manera en que están distribuidas las camas, distancias entre ellas y desde la pared, posición de tomas, todo esto descrito anteriormente. Entonces, las figuras 4.2, 4.3, 4.4 son las vistas en planta, lateral y frontal respectivamente de cada uno de los cubículos que constituyen el pabellón.

Diseño en Planta del Pabellón Lucha Planta Baja

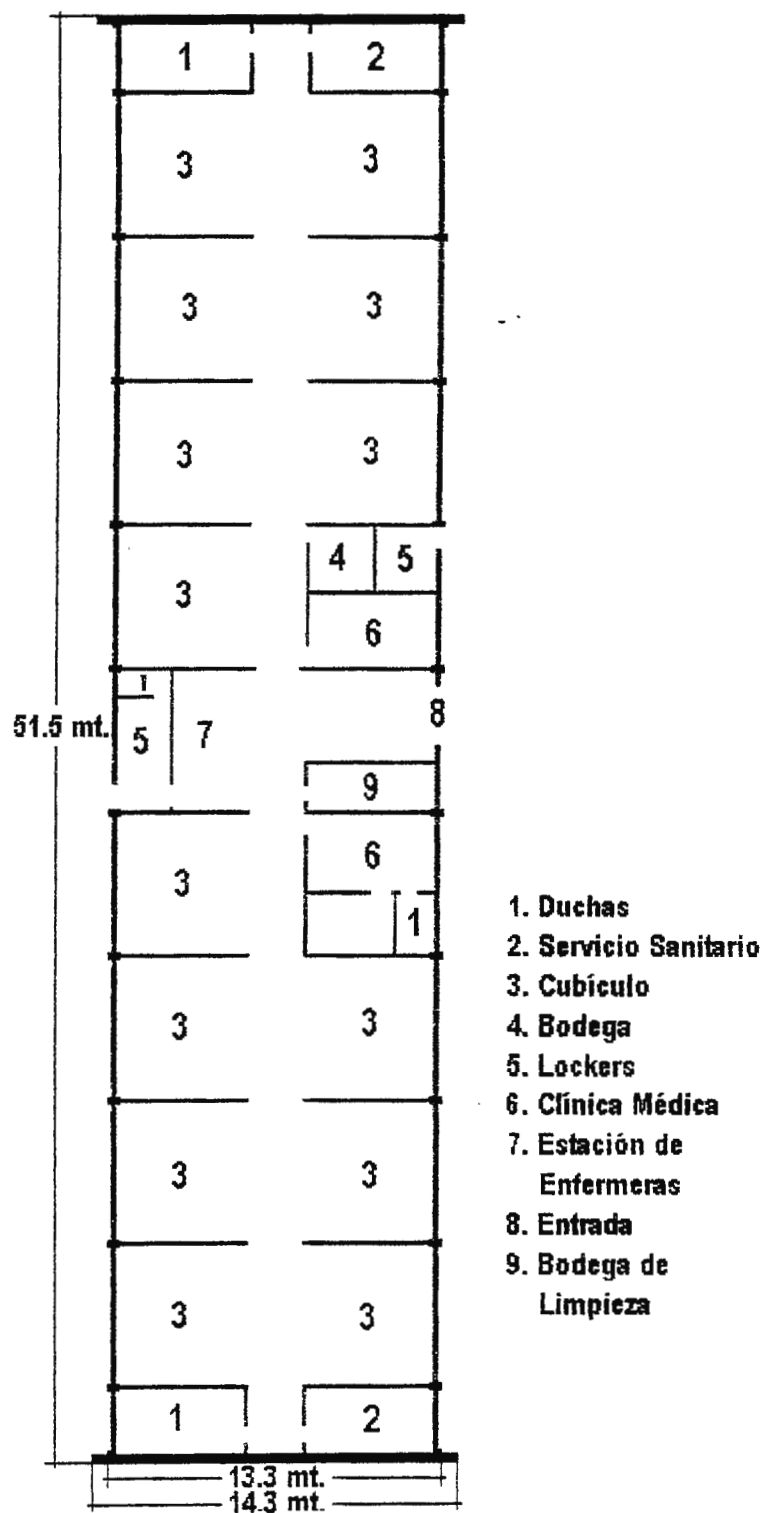
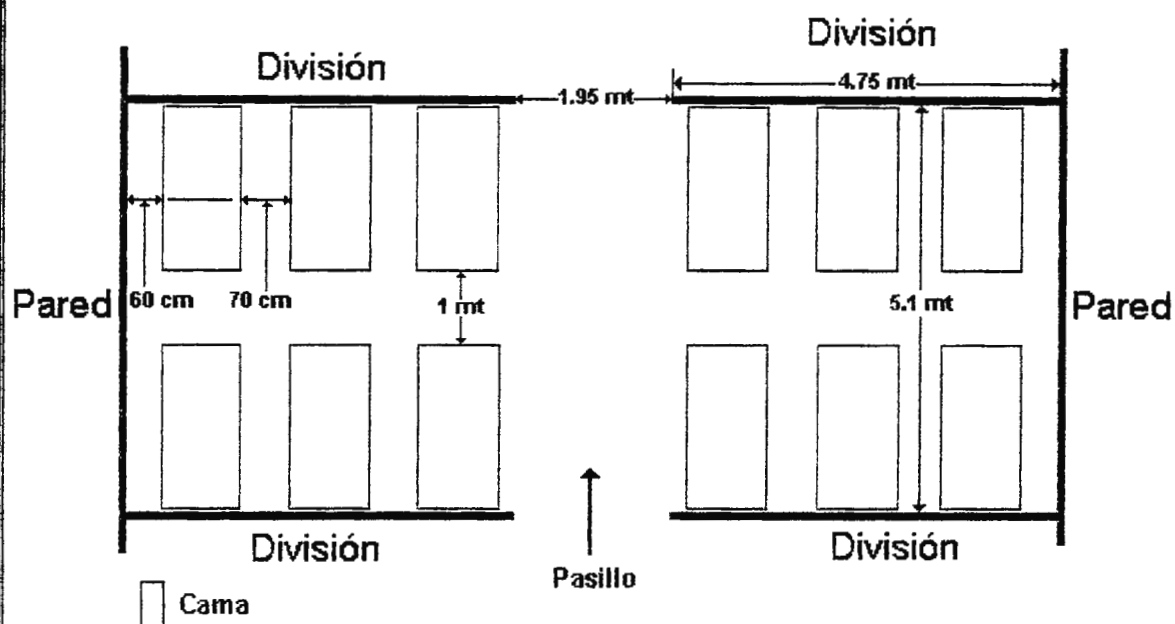
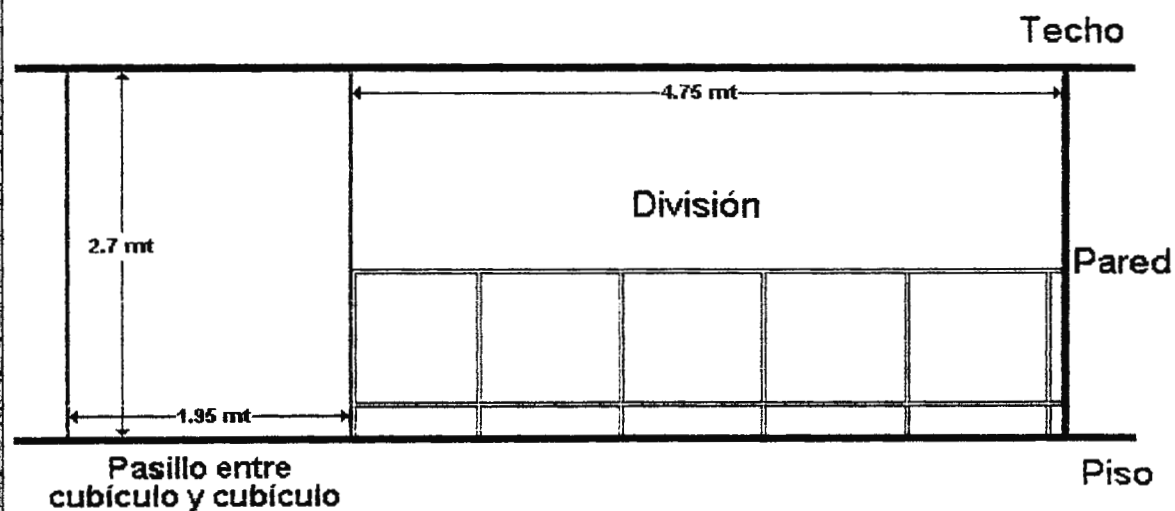
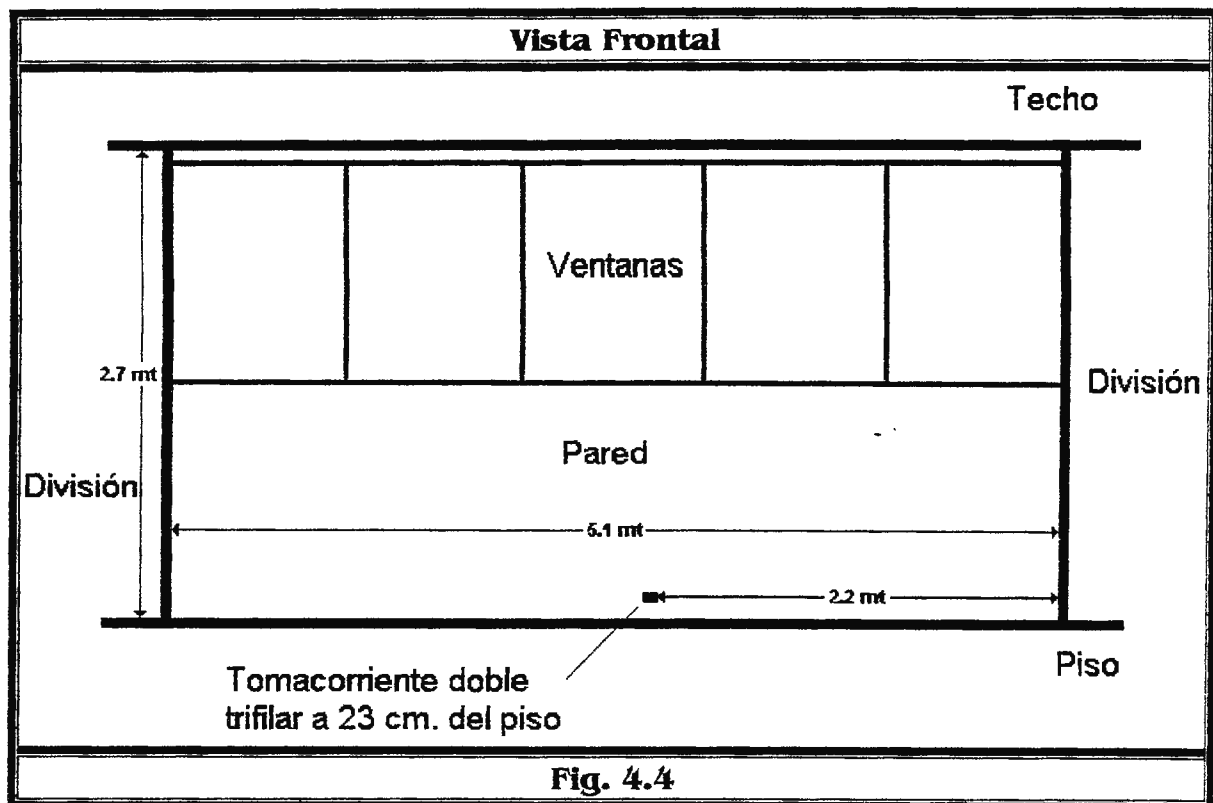


Fig. 4.1

CUBÍCULO**Vista en Planta****Fig. 4.2****Vista Lateral****Fig. 4.3**



4.3. Distribución arquitectónica sugerida

El diseño sugerido está basado en las recomendaciones hechas por los fabricantes del equipo y las normas establecidas para instalaciones hospitalarias.

Los fabricantes recomiendan que el Concentrador de Oxígeno:

- Esté alejado por lo menos 50 cms de la pared o de cualquier otro tipo de obstáculo que impida exista una buena circulación de aire alrededor de él, para no afectar el sistema de ventilación del mismo.
- Esté conectada a un tomacorriente debidamente instalado y aterrizado, para evitar el riesgo de choque eléctrico.
- Se encuentre conectado de manera independiente para evitar que se produzca una sobrecarga de corriente eléctrica en el circuito.
- No sea usado con extensiones eléctricas, para no tener problemas de insuficiencia de suministro de energía eléctrica.

Normas recomendadas para instalaciones hospitalarias:

- a) Los pasillos en áreas de hospitalización deben ser de 2 mt de ancho para que las camillas circulen fácilmente³.
- b) Las normas de construcción de hospitales establecen que se necesita una superficie mínima de 6 mt. cuadrados por cama en cuartos colectivos³.
- c) Los tomacorrientes a instalar tienen que ser grado hospitalario con tierra aislada, estos son usados donde se desea el aterrizaje a tierra y la separación del terminal de tierra. De acuerdo al National Electric Code (NEC) los tomacorrientes grado hospitalario son usados en los cuidados de la salud.
- d) La altura a la cual deben instalarse los tomacorrientes en esta área de hospitalización se encontrara dentro de un rango de 1.5 mt. como máximo y 60 cm. como mínimo sobre el nivel del suelo.
- e) De acuerdo con el National Electric Code (NEC), en áreas en las cuales se encuentran pacientes que usan constantemente un equipo médico electromecánico, los tomacorrientes de dicha áreas deben encontrarse conectados al sistema de distribución eléctrica de emergencia además de estar conectados al sistema normal de distribución, para evitar así el poner en riesgo la vida del paciente, si llegase ocurrir un fallo en el suministro de energía eléctrica.

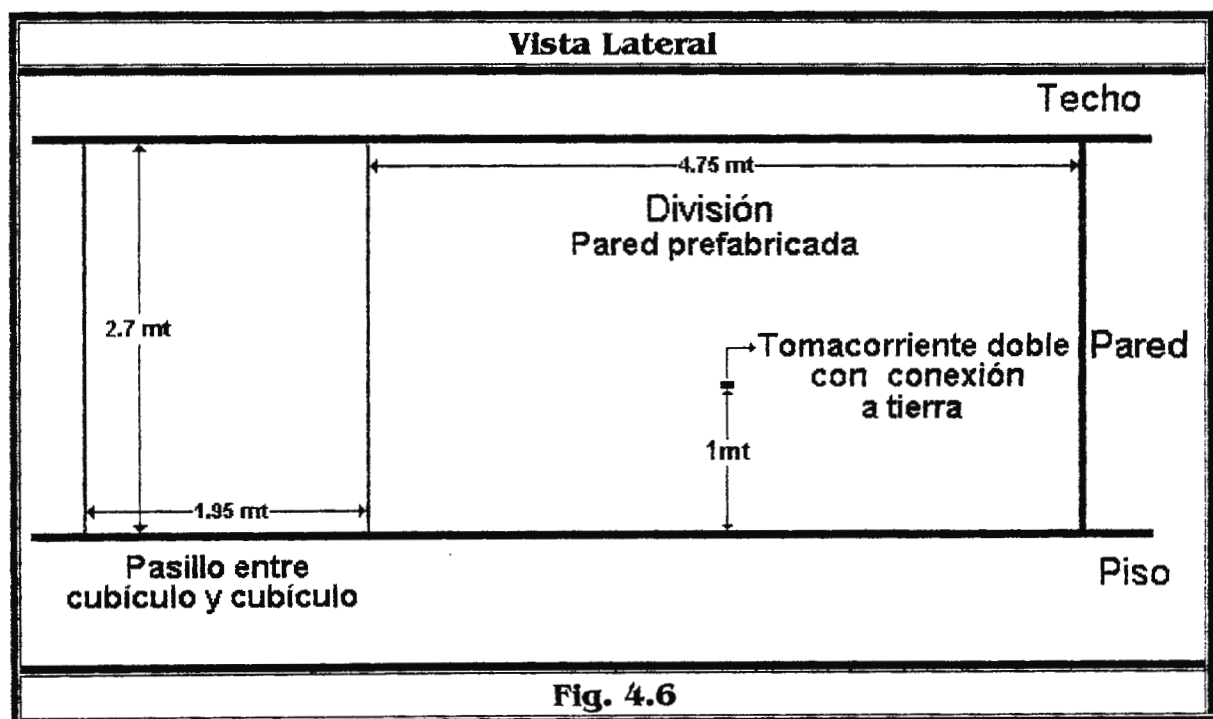
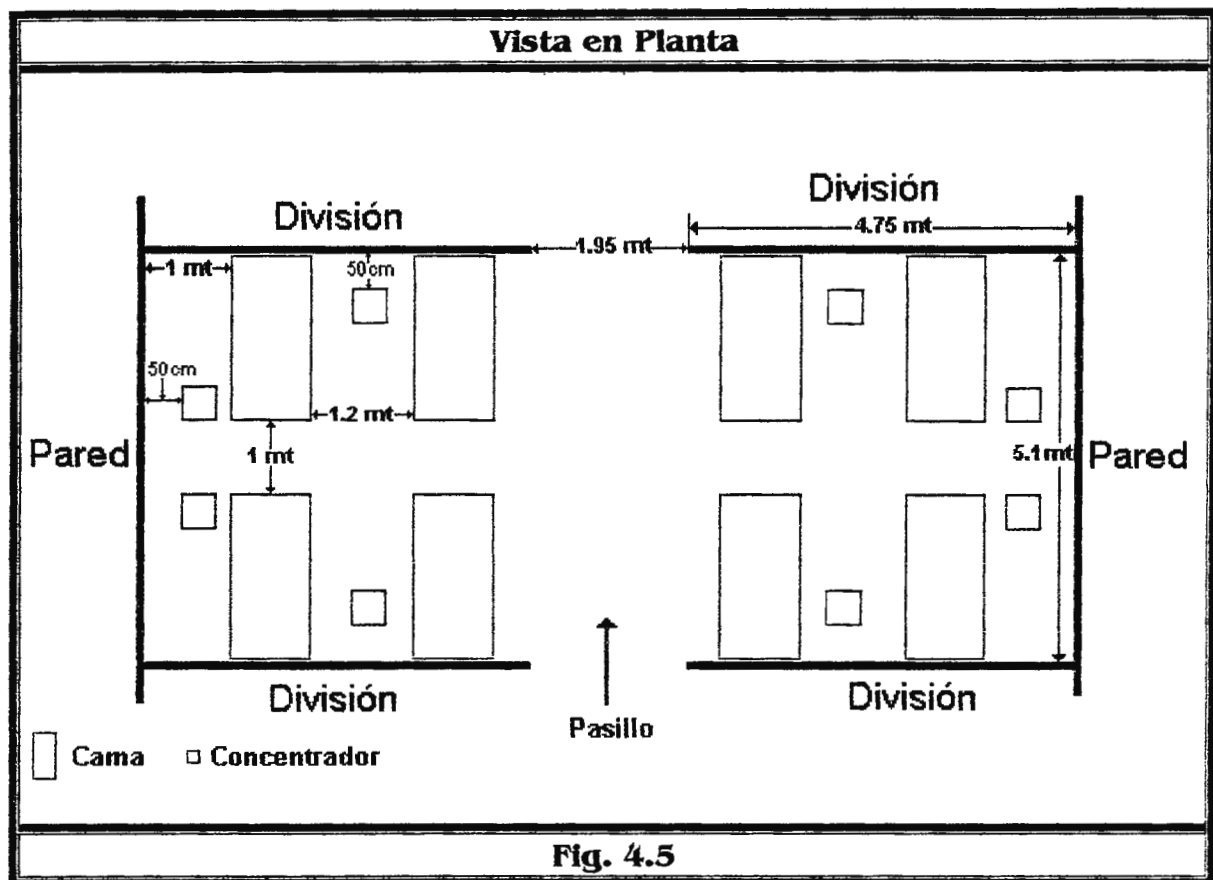
OBSERVACIONES

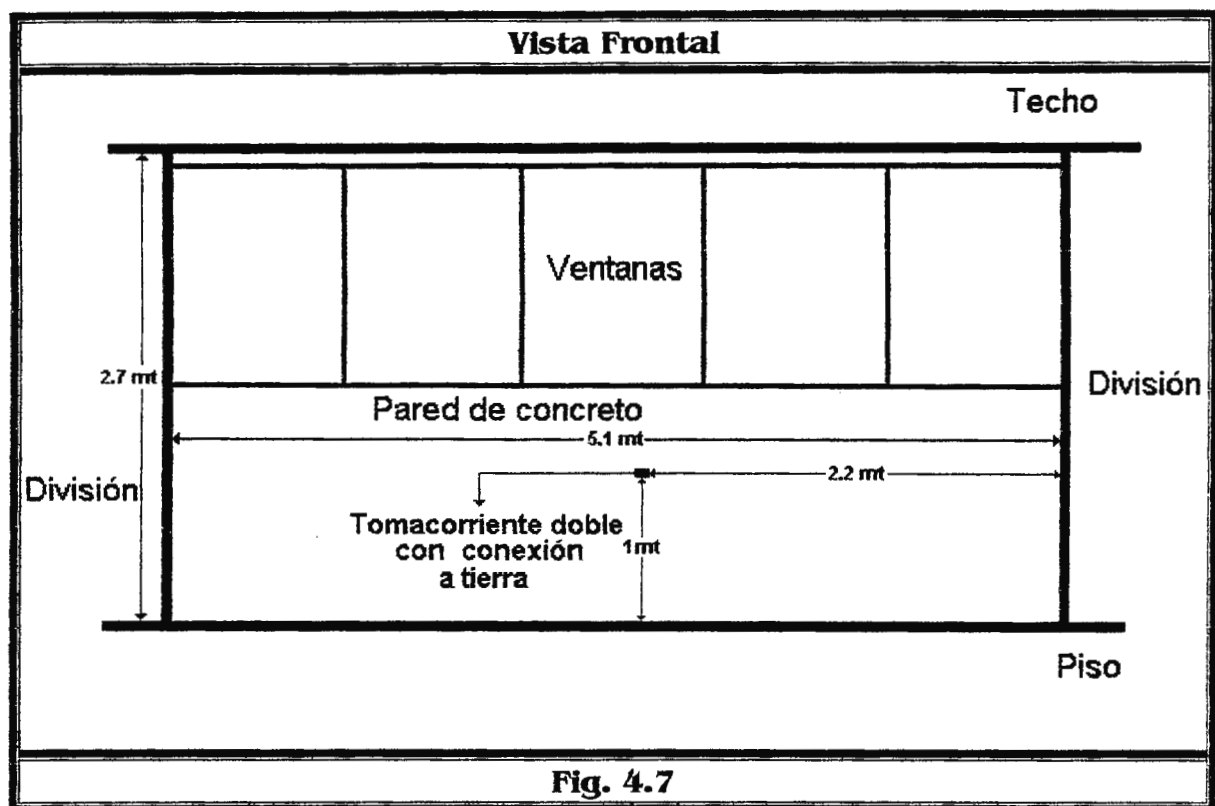
- El pasillo del pabellón Lucha planta baja es de 1.95 mt de ancho lo cual se considera está dentro de un limite aceptable, por lo tanto no es necesario efectuar ningún tipo de cambio o ajuste.
- En cuanto a la distribución de las camas dentro de los cubículo es aconsejable que la distancia entre cama y cama sea de 1.2 mt., y entre la cama y la pared sea de 1mt., esto implicará la reducción de 2 camas en cada cubículo. Esto permitirá que los requisitos de espacio establecidos por el fabricante se cumplan, y además se está garantizando la comodidad y seguridad del paciente.

³ "Dirección de Hospitales". Dr. Manuel Barquín

- Respecto a la instalación eléctrica en el área, se recomienda hacer un montaje de 2 tomas dobles aterrizados grado hospitalario en cada uno de los cubículos con el objeto de que se puedan conectar 4 concentradores. Estos tomas deben estar entre 1.5 mt. y 60 cm. del nivel del piso terminado, para cumplir con la norma. En nuestra distribución sugerida los dejaremos a 1mt.
- Los tomas a instalar en cada cubículo además de estar conectados a la red normal de distribución eléctrica deben ser conectados también a la red del sistema de emergencia, pues un fallo en el suministro de energía eléctrica provocaría que los pacientes que estén usando el Concentrador de Oxígeno se queden sin el suministro de Oxígeno suplementario que reciben, esto pondría en riesgo la salud del paciente y cada vez que esto ocurra implicaría utilizar el suministro de Oxígeno por medio de cilindros lo que seria tedioso y complicado. Por tanto es mejor que los tomacorrientes a instalar sean conectados a la red de emergencia para evitar cualquier inconveniente y percance.
- Para instalar los tomacorrientes dobles con conexión a tierra en cada cubículo se recomienda poner una división de pared prefabricada entre los cubículos y en cada una de estas paredes hacer la instalación del tomacorriente a una altura de 1mt.
- También se recomienda verificar si los tomacorrientes que ya se encuentran instalados están bien aterrizados, si están conectados a la red del sistema de emergencia de distribución de energía eléctrica, y que se levanten a una altura de 1 mt. sobre el nivel del piso.
- El diseño en planta del pabellón se mantendrá de la manera que se encuentra en la actualidad ya que solo se realizará una redistribución dentro de los cubículos.

El diseño sugerido afectará la distribución de las camas dentro de cada cubículo, entonces, quedará como sigue:





Protocolos de Recepción e Instalación para Concentradores de Oxígeno

5.1. Introducción

Aparentemente el proceso de comprar y entregar equipos no presenta mayores complejidades. Eso no es cierto, es todo un proceso de planeación coordinado con todas las dependencias del hospital, seguido por las actividades que conforman el ciclo de las adquisiciones para continuar con un manejo técnico y cuidadoso de inventarios, para ser enviados y luego suministrados a los pacientes, con los controles necesarios y cumpliendo las disposiciones legales o gubernamentales del caso, así como las políticas y procedimientos establecidos por el hospital.

Después de realizada la compra del equipo, se debe pensar en los procedimientos subsecuentes a ésta. Dos de éstos la recepción y la instalación del producto adquirido.

La recepción e instalación de los Concentradores de Oxígeno tendrán dos momentos:

- ♦ Su recepción e instalación en el Hospital
- ♦ Su instalación en la casa del paciente

Para asegurar que la función de recepción en el Hospital, y la instalación en el Hospital y casa del paciente, se desarrollen adecuadamente se han elaborado dos protocolos, uno a ser implementado en el Hospital, otro a realizarse en la casa del paciente.

5.2. Protocolo de Recepción e Instalación en el Hospital

El protocolo de recepción e instalación esta compuesto por una serie de procedimientos a través de los cuales la Institución, al momento de recibir e instalar el equipo, se asegura que los Concentradores de Oxígeno estén en completa conformidad con la descripción ofrecida por el proveedor y determina la capacidad de operación y funcionamiento del equipo para las cuales fue diseñado en concordancia con los estándares de seguridad aplicables.

Dicho protocolo consta de las siguientes etapas:

1. Recepción.

Después de realizar los controles administrativos según las reglamentaciones propias de la institución, se procede a desempacar el Concentrador de la siguiente manera:

- ◆ Remover de la caja todo el material de empaque
- ◆ Sacar cuidadosamente el Concentrador de la caja.
- ◆ Verificar la Marca / modelo del equipo según lo especificado en la oferta

2. Inspección Visual

Verificar cuidadosamente la integridad física del equipo y asegurar la presencia de todos sus accesorios y manuales, revisando que éstos estén completos y en buen estado. (Completar información requerida en FORMATO DE INSPECCIÓN PARA CONCENTRADORES DE OXÍGENO, ANEXO III)

3. Instalación.

Consta de los siguientes pasos:

3.1. Ubicación: verificar que el área donde se ubicará el Concentrador cumpla con las siguientes condiciones fisico-ambientales y atmosféricas de instalación de acuerdo a lo especificado por el fabricante:

- a) La ventilación debe ser adecuada y el espacio suficiente, lejos de cualquier obstáculo que impida una buena circulación de aire alrededor del equipo.
- b) El equipo deberá ser ubicado al menos 1.5 metros alejado de cualquier fuente de ignición o calor a fin de reducir el riesgo de un incendio.
- c) Libre de agentes contaminantes, humo, hollín y polvo.
- d) La superficie deberá ser firme y estable, que permita al equipo mantener una posición horizontal para su correcto funcionamiento y rendimiento.
- e) Temperatura entre 10° y 35°C.
- f) Cercano a un tomacorriente debidamente instalado y conectado a tierra para evitar el riesgo de choque eléctrico.

3.2. Ensamblaje e Instalación del Equipo

- a) Ubique la unidad cerca del tomacorriente (debidamente instalado y con conexión a tierra), alejado de cualquier fuente de ignición.
- b) Conecte los accesorios para la administración de oxígeno(humidificador, cánula, catéter y/o tubos de suministro de oxígeno):
 - Si no se va a utilizar humidificador coloque el tubo de suministro de oxígeno (cánula o catéter nasal) al conector de salida de oxígeno del Concentrador.
 - Si se requiere del uso del humidificador, tome la botella humidificadora y llénela con agua destilada hasta el nivel indicado por el fabricante (**no sobrepase éste nivel**).
 - Conecte el adaptador del humidificador, enroscándolo a la botella humidificadora, apriete firmemente. Colóquela en su compartimiento.
 - Dependiendo de la Marca del Concentrador de Oxígeno: Enrosque el humidificador directamente al conector de la salida de oxígeno del Concentrador, o conecte el humidificador al conector de la salida de oxígeno mediante un tubo de transporte de oxígeno.
 - Conecte la mascarilla, cánula o catéter nasal, a la salida de oxígeno del humidificador.

- c) Después de haber ensamblado todos los accesorios, asegúrese que queden firmemente acoplados para evitar fugas innecesarias.
- d) Retire el cable eléctrico completamente de su soporte
- e) Inserte el cable eléctrico en el tomacorriente.
- f) Cerciórese de que el oxígeno fluye por el tubo de suministro

4. Pruebas de Funcionamiento y Seguridad Eléctrica

Luego de la instalación del equipo, se procede a realizar las siguientes pruebas:

- 4.1. Prueba de Funcionamiento:** para comprobar que el equipo cumple con las especificaciones de operación establecidas por el fabricante como por ejemplo encendido, alarmas, niveles de concentración de oxígeno, etc. (Ver FORMATO DE INSPECCIÓN PARA CONCENTRADORES DE OXÍGENO, ANEXO III).
- 4.2. Prueba de Seguridad Eléctrica:** encaminada a cuantificar y controlar la existencia de aquellos niveles de riesgo que puedan causar choques eléctricos como la corriente de fuga y el aislamiento a tierra, así como también para comprobar el estado de las partes accesibles al usuario y al paciente, y que se ven sometidas a voltajes peligrosos. (Ver FORMATO DE INSPECCIÓN PARA CONCENTRADORES DE Oxígeno, ANEXO III).

5. Documentación de los Resultados de la Inspección e Instalación.

Una vez registrados los datos de las etapas anteriores según lo requerido en el FORMATO DE INSPECCIÓN PARA CONCENTRADORES DE OXÍGENO, deberán ser validados mediante la firma del personal del Hospital que recibió e inspeccionó el equipo y el representante de la Empresa suministrante, con el fin de contar con un documento de respaldo que evite futuros inconvenientes por si es necesario hacer cambios de mercadería o hacer efectivas garantías en caso de que se generen problemas de instalación, funcionamiento y/o de otra índole.

5.3. Protocolo de Instalación en la Casa del Paciente

Una vez capacitado el paciente y el médico a cargo decida continuar la terapia en la casa del paciente se deberán realizar los siguientes procedimientos (Ver FORMATO DE INSTALACION PARA CONCENTRADORES DE OXIGENO (Casa del Paciente), ANEXO IV):

1. Embalaje y transporte

- Desconecte y retire los accesorios del equipo.
- Guarde el equipo en su caja colocándole de nuevo el material de empaque y seguridad con el cual venía.
- Transpórtelo en forma vertical.

2. Desembalaje

- Remueva de la caja todo el material de empaque y, saque cuidadosamente el concentrador y sus accesorios.
- Asegúrese de contar con todos los accesorios y que estos estén completos.

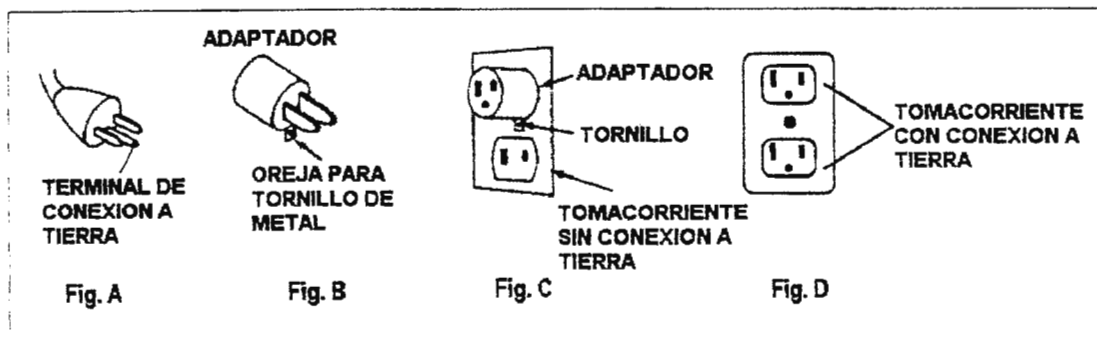
3. Ubicación y ensamblaje del equipo

Para la ubicación del equipo en la casa del paciente se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- Si la habitación del paciente es ventilada y espaciosa, lejos de cualquier tipo de obstrucción, de manera que existe una buena circulación de aire alrededor del equipo, instale el concentrador en esta área. En caso contrario, será preferible colocar el Concentrador fuera de la habitación del usuario.
- Colocar a una distancia no menor de 50 cm (ó la especificada por el fabricante) de paredes, cortinas, tapizados, muebles, bocas de entrada de aire caliente, chimeneas, alfombras gruesas u otra obstrucción, para evitar

afectar el sistema de ventilación y asegurar que el Concentrador recibe la suficiente cantidad de aire

- Ubicar el equipo por lo menos 1.5 metros alejado de cualquier fuente de ignición o calor a fin de reducir el riesgo de un incendio.
- Que la habitación este libre de agentes contaminantes, humo, hollín y polvo.
- La superficie debe ser firme y estable de manera que le permita mantener una posición horizontal para su correcto funcionamiento y rendimiento.
- Temperatura entre 10° y 35°C.
- Cercano a un tomacorriente debidamente instalado y conectado a tierra para evitar el riesgo de choque eléctrico. Si el tomacorriente no está conectado a tierra adquiere un adaptador temporal hasta que un tomacorriente con la conexión apropiada a tierra pueda ser instalado: por lo general los Concentradores tienen un enchufe como el de la fig. A. Un adaptador temporal, que luce como el adaptador ilustrado en las figuras B y C, puede usarse para conectar este enchufe a un receptáculo de dos polaridades, según se muestra en la fig. C, si un receptáculo apropiado con la debida conexión a tierra no está disponible. El adaptador **temporal** debe de usarse solamente hasta que un tomacorriente con la conexión apropiada a tierra (Fig. D) pueda ser instalado por personal capacitado. La oreja rígida que se extiende del adaptador debe de ser conectada a un contacto permanente a tierra, tales como la cobertura de la caja metálica del tomacorriente. Cada vez que el adaptador sea usado, este debe ser sostenido firmemente usando un tornillo.



Nota:

El personal técnico del Hospital debe asegurarse de que los tomacorrientes de la casa del paciente donde se instalará el Concentrador estén adecuadamente aterrizados. En caso contrario deben consultar con el paciente de modo que al momento, o de ser posible antes, de instalar el equipo se realice el aterrizaje de los tomacorrientes.

Previo al inicio de operación del Concentrador realice los siguientes pasos:

1. Verifique que los filtros de la cubierta estén colocados correctamente en su lugar. De no ser así colóquelos en su lugar.
2. Si no se va a utilizar humidificador coloque el tubo de suministro de oxígeno (cánula o catéter nasal) al conector de salida de oxígeno del Concentrador.
3. Si se requiere del uso del humidificador, tome la botella humidificadora y llénela con agua destilada hasta el nivel indicado por el fabricante (no sobrepase éste nivel).
4. Conecte el adaptador del humidificador, enroscándolo a la botella humidificadora, apriete firmemente. Colóquela en su compartimiento.
5. Dependiendo de la Marca del Concentrador de Oxígeno:
 - Enrosque el humidificador directamente al conector de la salida de oxígeno del Concentrador, o
 - Conecte el humidificador al conector de la salida de oxígeno mediante un tubo de transporte de oxígeno.
6. Conecte la mascarilla, cánula o catéter nasal, a la salida de oxígeno del humidificador.

4. Inicio de operación

1. Retire el cable eléctrico completamente de su soporte e insértelo en el tomacorriente. No utilice extensiones con el equipo y manténgalo conectado

de manera independiente para evitar que se produzca una sobrecarga de energía en el circuito.

2. Accione el interruptor a la posición de ENCENDIDO. Una alarma sonará indicando que la batería está funcionando correctamente. Y dependiendo de la marca del concentrador una luz verde indicadora ubicada en el panel de control se iluminará.
3. Fije la cantidad de flujo requerida por el paciente, girando la perilla reguladora y centrando la bolita en la línea que indica el nivel de flujo indicado por el médico.
4. Deje transcurrir un lapso de tiempo de 5 - 30 minutos, después de este período la concentración de oxígeno estará dentro del rango especificado por el fabricante, para ese flujo. Para comprobar esto conecte el analizador de concentración de oxígeno al conector de la salida de oxígeno.
5. Después de haber ensamblado todos los accesorios, asegúrese que queden firmemente acoplados para evitar fugas innecesarias. Cerciórese de que el oxígeno fluye por el tubo de suministro.
6. El equipo esta listo para ser usado por el paciente.

Mantenimiento Preventivo de los Concentradores de Oxígeno

6.1. Introducción

Un procedimiento esencial, posterior a la adquisición del Concentrador de Oxígeno, es la inclusión de éste en el Programa de Mantenimiento Preventivo (PMP) del Hospital.

Incluir un equipo en dicho programa permite mantenerlo en condiciones de funcionamiento seguras y eficientes, esto sin dejar de lado la disminución en los costos de reparación.

Para llevar a cabo el mantenimiento preventivo es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- ✱ Incluir el equipo en el inventario técnico del Hospital.
- ✱ Contar con una serie de instrucciones que especifiquen los procedimientos a seguir y realizar en el equipo.
- ✱ Establecer la frecuencia en que se efectuarán dichos procedimientos.
- ✱ Seleccionar cuidadosamente y adiestrar al personal que ejecutará esta labor.
- ✱ Definir las herramientas, material gastable y equipos necesarios para dar un buen mantenimiento al equipo.

En base a lo anterior se ha preparado una rutina de mantenimiento preventivo para los Concentradores de Oxígeno dirigida al técnico de mantenimiento y otra dirigida al usuario.

6.2. Definición de Mantenimiento Preventivo

Se define como las acciones técnicas y administrativas que se realizan para el cuidado e inspección sistemático de un equipo o elemento, con el propósito de mantenerlos en buen estado de funcionamiento, evitar y detectar fallas menores antes que estas se conviertan en defectos mayores.

La aplicación del mantenimiento preventivo permite que los equipos funcionen correctamente y disminuye los posibles riesgos de que queden fuera de servicio, ocasionando paradas largas por averías graves, lo cual ocasiona grandes costos.

El programa de mantenimiento preventivo se basa en inspecciones diarias o rutinas semanales y en algunos casos en acciones inmediatas antes de presentarse la falla de una pieza por desgaste o mala lubricación las cuales no estaban programadas.

6.3. Justificación de la Inclusión del Concentrador de Oxígeno en un Programa de Mantenimiento Preventivo

Un programa de mantenimiento se define en términos generales como la organización que debe hacerse para usar menos recursos y lograr más efectividad en las actividades. La realización de éste, sobre los Concentradores involucra los siguientes aspectos:

Aspectos	Beneficios
Confiabilidad:	El Concentrador operará en mejores condiciones de seguridad, pues se conocerá su estado físico y sus condiciones de funcionamiento. Además disminuirá el estado de ansiedad del paciente, ya que éste sabrá que las posibilidades de falla del equipo son pocas.
Tiempo de paro:	Disminuirá el tiempo de paro de los Concentradores garantizando su operación continua, evitándo en gran medida los inconvenientes generados al estar fuera de uso por largos intervalos de tiempo, es decir hospitalizar de nuevo al paciente mientras es reparado.

Vida Util:	Aumenta el tiempo de operación, reduce el reemplazo del equipo durante su vida útil.
Costos de Reparación:	Disminuye costos por pago de trabajos extras, esto es en caso que el personal del Hospital no pudiera reparar el daño sino que sea necesario el mantenimiento correctivo por parte de una empresa externa. Evita además comprar materiales y repuestos en forma inmediata.
Repuestos de reserva:	Permite tener en existencia los materiales y repuestos de mayor o menor consumo, como filtros, cánulas, humidificadores, evitando esperar para que se apruebe la compra de algún repuesto.
Carga de trabajo:	Como el mantenimiento será programado habrá uniformidad en la distribución del trabajo utilizando efectivamente las horas-hombre disponibles. Disminuyendo los inconvenientes en cuanto al transporte (si fuese necesario llegar a la casa del paciente); disponibilidad del técnico, ya que podrá darse a conocer con anticipación los días en que se deberá chequear la unidad.

6.4. Mantenimiento Preventivo

La implementación del mantenimiento preventivo, requiere de una serie de acciones y actividades que ordenadas secuencialmente permiten la realización del programa. Todo programa de mantenimiento se inicia con una adecuada selección del equipo, una buena operación y un cumplimiento estricto de las rutinas. Las primeras acciones del mantenimiento las ejerce el operario del equipo, quien cumplirá actividades específicas en cada una de las etapas de funcionamiento de éste.

6.4.1. Para el Usuario u Operario

Las actividades específicas de mantenimiento debe realizarlas el usuario del equipo; se presentan en tres épocas distintas: antes, durante su operación y después de su utilización.

✧ *Mantenimiento antes de la operación*

Consiste en mantener el equipo en condiciones físicas y en perfecto estado de funcionamiento para cuando este sea requerido para su uso. El usuario del equipo deberá determinar si los accesorios son los adecuados. No deben existir cables roídos o pelados, enchufes partidos, conexiones defectuosas; cualquier pequeño defecto deberá ser reportado para su reparación.

✧ *Mantenimiento durante la operación*

Durante el tiempo que el equipo esté en funcionamiento el operador deberá estar atento a cualquier ruido anormal o situación que pudiera dañar el equipo. El usuario deberá de reportar al servicio de mantenimiento todas las anomalías presentadas como: indicaciones erróneas, centelleo eléctrico, olores no usuales, sobretensiones o cualquier ruido anormal.

✧ *Mantenimiento después de la utilización*

El mantenimiento que debe realizar después de su uso incluye: limpieza del equipo y accesorios; remoción de manchas, eliminación de depósitos de polvo, óxidos y en algunos casos fijar y acomodar accesorios que lo exijan. Se verificarán los niveles de líquido en los accesorios que lo utilizan. Los conmutadores y enchufes deberán ser desconectados, los cables de conexión deberán ser colocados en su respectivo soporte. Deberá ser protegido y almacenado adecuadamente.

Teniendo en cuenta esto se han elaborado una serie de procedimientos referente a la limpieza y cuidados que el usuario u operador deben tener con el Concentrador de Oxígeno. (Ver LIMPIEZA Y CUIDADOS DE SU CONCENTRADOR DE OXIGENO. MANUAL DEL USUARIO, ANEXO V).

6.4.2. Para el Técnico de Mantenimiento

El Técnico en Equipo Médico tiene la responsabilidad de realizar y registrar los procedimientos programados periódicamente, tales como: inspección visual, verificación operativa, lubricación y otras actividades específicas programadas en los cuadros individuales de mantenimiento preventivo para cada equipo.

Los defectos menores que se encuentran al realizar las actividades programadas en las rutinas del mantenimiento preventivo deberán ser corregidas por el técnico del equipo. Los equipos cuyos defectos no puedan ser corregidos por carecer de repuestos o tiempo disponible deberán programarse para que en un tiempo corto sean corregidos. Si la falla que presentan pudiera ocasionar perjuicio al paciente, personal o al mismo equipo, éste deberá retirarse inmediatamente del servicio para su reparación.

La rutina de mantenimiento elaborada, para ser implementada por el técnico de mantenimiento del Hospital se presentan en el MANUAL DE SERVICIO GENERAL, ANEXO VI.

Basicamente el mantenimiento se hará con una frecuencia semestras y anual, indicándose en la rutina las actividades a realizar en cada periodo. Además se ha elaborado un formato que contiene los procedimientos que se deben seguir para las distintas actividades a realizar dentro de la rutina de mantenimiento, dichos procedimientos se presentan en el MANUAL DE SERVICIO GENERAL, ANEXO VI.

Manuales de Operación y Servicio para Concentradores de Oxígeno

7.1. Introducción

Todo equipo, ya sea médico o no, debe estar acompañado de sus manuales de operación y servicio. Estos manuales ofrecen información necesaria que le permite al operador o usuario y al técnico de mantenimiento:

- ✧ Conocer el equipo
- ✧ Lograr la total operación y exactitud de este,
- ✧ Establecer un adecuado "Programa de Mantenimiento Preventivo"
- ✧ Detectar y solucionar fallas cuando éstas ocurran.

De acuerdo a esto, se han elaborado un Manual de Operación y un Manual de Servicio General para Concentradores de Oxígeno.

7.2. Manual de Operación para Concentradores de Oxígeno

El manual de operación (Ver ANEXO V) tiene como propósito suministrar apoyo al usuario u operador del equipo en relación al funcionamiento y actividades específicas de mantenimiento. Con este fin se ha estructurado de la siguiente manera:

Precauciones y recomendaciones importantes: se detallan todos los puntos a tomar en cuenta al momento de instalar y operar el equipo.

Descripción General: en este punto se explica de manera general qué es y cómo funciona un Concentrador de Oxígeno para que el usuario u operador tenga un conocimiento previo del tipo de equipo que se ha adquirido.

Recepción: se describen los pasos que se deben seguir al ser recibida la unidad por el paciente, antes de ser ubicado y operado por el mismo. Se mencionan aspectos tales como desembalaje, donde se explica como desempacar correctamente el equipo; identificación de componentes del equipo, que brinda la información suficiente para asociarse con los componentes principales del equipo para poderlo operar y manipular bien; ensamblaje, donde se explica como conectar la unidad con sus accesorios, según el tipo de terapia que ha recetado el médico.

Instalación: describe los pasos necesarios a realizar para que la unidad comience a ser utilizada, el primer apartado es la ubicación, en donde se describen las condiciones mínimas necesarias que deben existir para ubicar el equipo en el lugar donde se usará. El segundo apartado es la puesta en marcha del equipo, que explica los pasos que se deben seguir para poder operar correctamente la unidad.

Cuidados y limpieza del Concentrador: guía de pasos para realizar un correcto mantenimiento y cuidado del equipo, con el objetivo que el operario los efectúe para garantizar el buen funcionamiento de la unidad. También se explican los casos en los que es necesario comunicarse con el personal del departamento de mantenimiento del hospital.

Fallas y problemas comunes: se detallan las fallas y problemas que comúnmente se dan al operar el Concentrador de Oxígeno, se describen las posibles causas de los problemas y las soluciones a las mismas.

7.3. Manual de Servicio General para Concentradores de Oxígeno

Aquí se encontrará información un poco más compleja en relación al funcionamiento, operación, ubicación de partes, desembalaje, ubicación del equipo, localización y corrección de fallas, y los procedimientos de mantenimiento que el técnico de mantenimiento debe efectuar al equipo, ya que estas tareas requerirán el empleo de herramientas y equipo especiales y repuestos.

Así, el manual de servicio general (Ver ANEXO VI) está estructurado de la siguiente forma:

Peligros y cuidados: se mencionan las precauciones que deben tenerse en cuenta en el manejo, funcionamiento y operación del equipo.

Manipulación: se proporcionan los pasos a seguir en el desembalaje, inspección y almacenamiento de los Concentradores de Oxígeno.

Descripción General : hace referencia a la definición, principio de funcionamiento, partes principales, y accesorios del Concentrador de Oxígeno.

Instrucciones de Operación: en este punto se explican las consideraciones que se tomarán en cuenta al momento de ubicar el equipo en el área destinada para éste fin. Además, se menciona el procedimiento a seguir para la prueba de funcionamiento previo a la utilización con el paciente.

Solución de fallas más comunes: aquí se dará una guía que ayude al técnico a localizar y solucionar las fallas más comunes que se presentan en el equipo.

Mantenimiento: la información presente en este punto servirá para orientar al técnico, por medio de una rutina escrita, los procedimientos a seguir para ejecutar el mantenimiento preventivo planificado en el equipo.

Plan de Capacitación

8.1. Introduccion

El motivo principal de la adquisición de Concentradores de Oxígeno es reingresar a los pacientes oxígeno-dependientes al seno de su familia y al mismo tiempo disminuir los costos que este paciente representa para el Hospital. Es por esto que surge la necesidad de capacitar al paciente y a sus familiares en la operación y cuidados del Concentrador de Oxígeno, para asegurar con todo éxito la reinserción en su hogar evitando así, complicaciones posteriores debido al mal uso del equipo.

Por otra parte, también es necesario, capacitar a los técnicos de mantenimiento, ya que son los responsables de conservar y mantener el equipo en estado seguro y funcional para la atención oportuna a los pacientes.

Con el objetivo de que las autoridades del Hospital cuenten con los pasos imprescindibles para llevar a cabo de una manera sistemática las capacitaciones, se propone un Plan de Capacitación, tanto para usuarios del equipo como para técnicos de mantenimiento.

8.2. Plan de Capacitación

En la elaboración de ambos planes se han tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

Plan de Capacitación para Usuarios del Equipo:

- ♦ La calendarización de las capacitaciones para usuarios del Concentrador de Oxígeno dependerá de la demanda de pacientes y de su aceptación en el programa por parte de las autoridades correspondientes.

Plan de Capacitación para Técnicos de Mantenimiento:

- ♦ El Hospital deberá exigir al proveedor del equipo, la capacitación gratuita al personal técnico de mantenimiento, en la operación, cuidado y mantenimiento del equipo, según los lineamientos propuestos más adelante en el "Plan de Capacitación para Técnicos de Mantenimiento", dicha capacitación deberá ser de calidad similar a la provista al cuerpo técnico de la empresa proveedora y en el lugar, hora y fechas que más convenga al Hospital.

El plan de capacitación, por estar dirigido a grupos diferentes se divide en dos partes:

*I. Plan de Capacitación para Usuarios del Equipo**II. Plan de Capacitación para Técnicos de Mantenimiento***8.2.1. Plan de Capacitación para Usuarios del Equipo**

El plan de capacitación para usuarios del equipo establece los siguientes aspectos:

- a) **Tema a desarrollar** : Operación, limpieza y cuidados del Concentrador de Oxígeno.
- b) **Modalidad a utilizar**: Adiestramiento⁴.
- c) **Calendarización**: Dependerá de la demanda de pacientes. Se sugiere que se programe la capacitación al ingresar en el programa al menos a tres (3) pacientes.
- d) **Cantidad de participantes**: No deberá ser mayor de cinco (5) personas por capacitación.
- e) **Instructor**: es recomendable contar con dos instructores:

⁴ **Adiestramiento**: Capacitación con el objetivo de conocer y ejercitar la ejecución de las instrucciones o pasos de un procedimiento o conjunto de procedimientos.

- ♦ Un operador de equipo con amplios conocimientos en el uso y la aplicación clínico-médica del equipo en cuestión, y
 - ♦ Otro que pertenezca al personal de mantenimiento, para explicar los cuidados y la buena práctica que los operadores deben tomar en cuenta en el uso de los equipos.
- f) **Lugar de la capacitación:** Instalaciones del Hospital

Cada capacitación incluida en la planificación deberá contar con los siguientes elementos:

- ☞ **Programa de Capacitación:** básicamente da una idea clara de lo que se va enseñar y de cómo hay que enseñarlo, dicho programa incluye:

- ★ Grupo destinatario de la capacitación
- ★ Objetivos a alcanzar
- ★ Temas a desarrollar
- ★ Tiempo requerido
- ★ Métodos y materiales de enseñanza que se utilizarán
- ★ Prácticas a realizar
- ★ Evaluación del aprendizaje: no se realizarán pruebas escritas durante o al final de la capacitación sino que el instructor deberá observar el desempeño del capacitando durante el desarrollo de la capacitación con el objetivo de reforzar los diferentes procedimientos mostrados.

(Ver "Programa de Capacitación para Usuarios del Concentrador de Oxígeno")

- ☞ **Recursos Materiales:** es importante hacer un inventario de todos los materiales que se requieran para desarrollar el programa, y como apoyo, para llevar un control de las actividades y pasos imprescindibles en la capacitación, se presenta una lista de verificación del programa de capacitación. (Ver "Lista de Verificación").

- **Presupuesto para la Capacitación:** al diseñar y planificar el evento de capacitación, es necesario preparar el presupuesto detallado de los materiales y todo lo que se requiera para el desarrollo del evento, como por ejemplo costos de reproducción de manuales, alimentación, consumibles a utilizar, etc. (Ver "Presupuesto de Capacitación para Usuarios del Concentrador de Oxígeno")

PROGRAMA DE CAPACITACION PARA USUARIOS DEL
CONCENTRADOR DE OXÍGENO

MODALIDAD DEL EVENTO DE CAPACITACION	Adiestramiento	
DESCRIPCION DE LA CAPACITACION	Operación y cuidados del Concentrador de Oxígeno	
OBJETIVO	Capacitar en la operación, y practicar los procedimientos adecuados para la limpieza y cuidados del Concentrador de Oxígeno.	
DIRIGIDO A	Doctores, enfermeras, pacientes, familiares de los pacientes.	
DURACION	4 horas	
CONTENIDO		
No.	Temas y Sub-temas	Tiempo (hr.)
1.	Principio de funcionamiento	½
2.	Descripción del equipo ◆ Componentes principales (30') ◆ Operación (60') (PRACTICA 1)	1 ½
3.	Recomendaciones de uso ◆ Desembalaje del equipo ◆ Instalación del equipo	½
4.	Limpieza y cuidados (90') (PRACTICA 2)	1 ½

PRACTICAS A DESARROLLAR			
No.	Descripción de práctica	Equipos, herramientas, repuestos u otras necesidades	Duración (hrs)
P1.	Operación del Concentrador de Oxígeno	Concentrador de oxígeno y accesorios	½
P2.	Limpieza del equipo ◆ Efectuar limpieza externa ◆ Limpieza del cable eléctrico Limpieza de filtros externos ◆ Identificación de los filtros ◆ Lavado y secado Limpieza de accesorios ◆ Cánula y mangueras ◆ Humidificador	- Concentrador de Oxígeno y accesorios - Limpiador de superficies 500 ml de Vinagre 1 yarda de franela 1 bolsa (4 Oz) de lejía - Esponja	1 ½
BIBLIOGRAFIA			
- Manual de Operación para Concentradores de Oxígeno. Proyecto de Asesoría Técnica en la Selección, Recepción, Instalación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de Concentradores de Oxígeno. Claudia Siliézar/Vladimir Vásquez. 2000 - Manual de Servicio para Concentradores de Oxígeno. Proyecto de Asesoría Técnica en la Selección, Recepción, Instalación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de Concentradores de Oxígeno. Claudia Siliézar/Vladimir Vásquez. 2000			

LISTA DE VERIFICACIÓN

Capacitación: "Adiestramiento en la Operación y Cuidado del Concentrador de Oxígeno"		Fecha del evento:			
		Responsable:			
No.	Descripción	Fecha limite para terminar la actividad	PENDIENTE	REALIZADO	NO APLICA
1	Tener el programa de la capacitación	2 semanas (antes)			
2	Seleccionar a los participantes	2 semanas (antes)			
3	Coordinar la participación del(los) instructor(es)	2 semanas (antes)			
4	Recopilar material bibliográfico de apoyo	1 semana (antes)			
5	Preparar el local para la capacitación	1 semana (antes)			
6	Coordinar préstamo de equipo para demostración y ejercicios prácticos	1 semana (antes)			
7	Coordinar la disponibilidad de accesorios, repuestos y material gastable a utilizar en el evento.	1 semanas (antes)			
8	Reproducir el material bibliográfico de apoyo	2 días (antes)			
9	Coordinar disponibilidad de los equipos o materiales a ser utilizados .	2 días (antes)			
9.1	Acetatos				
9.2	Retroproyector				
10	Inspeccionar el local (asegurar confort del participante)	1 día (antes)			
11	Confirmar la disponibilidad de todos los equipos solicitados	1 día (antes)			
12	Preparar la documentación a utilizar durante el evento	1 día (antes)			

PRESUPUESTO DE CAPACITACION PARA USUARIOS DEL EQUIPO

Evento	: Adiestramiento a operadores y usuarios del Concentrador de Oxígeno
# de participantes	: 5 personas
Duración	: 4 horas
Instructores	: Operador /Técnico del mantenimiento local

Presupuesto:

Materiales					
No.	Item	Cant.	Unidades	Precio unitario (¢)	Valor (¢)
1.	Manual del usuario (20 páginas)	5	c/u	6.00	30.00
2.	Acetatos	4	c/u	2.50	10.00
3.	Plumones	2	c/u	5.00	10.00
4.	Limpiador de superficies	1	c/u	20.00	20.00
5.	Vinagre	½	L	12.00	6.00
6.	Franela	1	Yda	18.00	18.00
7.	Lejía	1	Bolsa (4 Oz)	1.50	1.50
8.	Esponja	5	c/u	8.00	40.00
Sub-Total					185.00
Imprevistos 10%					18.50
Total					203.50

Al presupuesto para los materiales hay que agregarle el costo de los instructores:

- a) Un OPERADOR del equipo con amplios conocimientos en el uso y aplicación clínico-médica de los Concentradores. Según el programa del Hospital este sería un médico, cuya hora/médico tiene un costo de ¢60.00 aproximadamente. Entonces por las 4 horas que durará la capacitación el valor a pagar a éste operador sería de ¢240.00.

- b) TECNICO DE MANTENIMIENTO LOCAL, que pertenezca al personal de mantenimiento, para explicar los cuidados y la buena práctica que los operadores deben tomar en cuenta en el uso de los equipos.

La hora del técnico del Hospital Neumológico tiene un costo de ¢16.00, por las cuatro horas serían ¢64.00.

Entonces, tomando el costo de los instructores y el total obtenido de los materiales tenemos que la capacitación para los usuarios del equipo costaría:

$$¢203.50 + ¢240.00 + ¢64.00 = \underline{\underline{¢507.50}}$$

PLAN DE CAPACITACIÓN PARA TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO

El plan de capacitación para técnicos de mantenimiento establece los siguientes aspectos:

- a) **Tema a desarrollar** : Operación y Mantenimiento del Concentrador de Oxígeno
- b) **Modalidad a utilizar**: Adiestramiento
- c) **Calendarización**: Se coordinará la programación de la capacitación en conjunto con la empresa suministrante del equipo
- d) **Cantidad de participantes**: No deberá ser menor de 2 personas por capacitación.
- e) **Instructor**: Técnico de la Empresa suministrante del equipo
- f) **Lugar de la capacitación**: Será definido en conjunto con la empresa suministrante del equipo y el Hospital

El Programa de Capacitación estará a cargo de la Empresa Suministrante del equipo, sin embargo el Hospital deberá velar que al menos los temas propuestos en el formato "Programa de Capacitación para Técnicos de Mantenimiento" estén incluidos.

PROGRAMA DE CAPACITACION PARA TECNICOS DE
MANTENIMIENTO

MODALIDAD DEL EVENTO DE CAPACITACION	Adiestramiento	
DESCRIPCION DE LA CAPACITACION	Operación y mantenimiento del Concentrador de Oxígeno	
OBJETIVO	Capacitar en la operación, y practicar los procedimientos adecuados para el mantenimiento del Concentrador de Oxígeno.	
DIRIGIDO A	Técnicos de Mantenimiento	
DURACION	4 horas	
CONTENIDO		
No.	Temas y Sub-temas	Tiempo (hr.)
1.	Principio de funcionamiento	½
2.	Descripción del equipo ◆ Componentes principales (30') ◆ Operación (30') (PRACTICA 1)	1
3.	Recomendaciones de uso ◆ Desembalaje del equipo ◆ Instalación del equipo	½
4.	Procedimientos de mantenimiento ◆ Limpieza y cuidados (30') (PRACTICA 2) ◆ Verificación de parámetros de funcionamiento (60')(PRACTICA 3) ◆ Solución de fallas más comunes (30') (PRACTICA 4)	2

PRACTICAS A DESARROLLAR			
No.	Descripción de práctica	Equipos, herramientas, repuestos u otras necesidades	Duración (hrs)
P1.	Operación del Concentrador de Oxígeno	Concentrador de oxígeno y accesorios	1/2
P2.	Limpieza del equipo - Efectuar limpieza externa - Limpieza del cable eléctrico Limpieza de filtros externos e internos - Identificación de los filtros - Lavado y secado Limpieza de accesorios - Cánula y mangueras - Humidificador	- Concentrador de Oxígeno y accesorios - Limpiador de superficies 500 ml de Vinagre 1 yarda de franela 1 bolsa (4 Oz) de lejía - Esponja	1/2
P3	Verificación de parámetros de funcionamiento - Presiones de trabajo - Niveles de concentración de O₂	- Concentrador de Oxígeno y accesorios - Manómetro - Analizador de concentración de O₂	1/2
BIBLIOGRAFIA			
- Manual de Operación para Concentradores de Oxígeno. Proyecto de Asesoría Técnica en la Selección, Recepción, Instalación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de Concentradores de Oxígeno. Claudia Siliézar/Vladimir Vásquez. 2000 - Manual de Servicio para Concentradores de Oxígeno. Proyecto de Asesoría Técnica en la Selección, Recepción, Instalación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de Concentradores de Oxígeno. Claudia Siliézar/Vladimir Vásquez. 2000			

Conclusiones y Recomendaciones

9.1. Conclusiones

Después de la investigación realizada acerca de los Concentradores de Oxígeno, se concluye lo siguiente:

1. La oxígeno-terapia a través de Concentradores de Oxígeno es un procedimiento clínico relativamente nuevo en el país que viene a sustituir a los métodos tradicionales de suministro de oxígeno, tales como el sistema de tuberías, que constituye una forma inocua y eficaz, pero cuyas instalaciones de ingeniería son costosas y no pueden cambiar de lugar, o a través de cilindros, que consiste en un método complejo y costoso, pues estos se vacían rápidamente y deben reemplazarse por cilindros llenos, que son pesados y de difícil manejo tanto en hospitales como en el hogar. Por lo que el beneficio en cuanto a la comodidad y economía de adquirir Concentradores de Oxígeno, para dicho fin es mayor que utilizar los métodos mencionados anteriormente.
2. Existen pocas empresas que suministren Concentradores de Oxígeno en el país. Dentro de las limitantes encontradas entre éstas empresas tenemos:
 - a) Que algunas de éstas poseen dentro de sus existencias los equipos, pero no brindan el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo requerido por el equipo.
 - b) Otras no poseen dentro de sus existencias los equipos sino que al recibir una solicitud de compra deben gestionar el envío del equipo desde el extranjero, lo cual hace que las personas interesadas en adquirir con

prontitud uno desistan y acudan a otra empresa aunque el costo del equipo se incremente para una misma marca.

- c) Por otro lado, existen empresas que venden éste equipo reconstruido por ellos mismos o de fabrica, a un precio mucho menor, pero aunque el precio inicial de adquisición disminuya, a la larga adquirir un equipo en éstas condiciones generará un aumento en los costos por reparación y su sustitución temprana por la evidente reducción de la vida útil.

3. La adquisición de equipo médico involucra los procesos de recepción e instalación del producto adquirido. Para llevar a cabo dichos procedimientos es necesario antes que nada elaborar una serie de protocolos a seguir con la finalidad de asegurar que el equipo esté en completa conformidad con la descripción ofrecida por el suministrante, recibir la cantidad correcta y, determinar la capacidad de operación y funcionamiento del equipo. También es imprescindible que los encargados de la recepción e instalación, sean personas experimentadas en los controles visuales y escritos establecidos para verificar cada uno de los aspectos que comprenden los distintos protocolos.
4. Es necesario tomar en cuenta y aplicar las recomendaciones especificadas por el fabricante, así como las normas establecidas para instalaciones del cuidado de la salud, al momento de instalar el equipo. Lo anterior garantiza la creación de condiciones adecuadas para el correcto funcionamiento, operación y buen rendimiento de las unidades.
5. Los Concentradores de Oxígeno requieren de mantenimiento y cuidados relativamente sencillos. Aunque el equipo no es considerado para el soporte de vida, el mal funcionamiento y la consecuente interrupción de la operación de éste puede ocasionar pérdida de la vida.

6. Incluir los Concentradores de Oxígeno en un programa de mantenimiento preventivo permite detectar problemas y dar soluciones inmediatas a los mismos, que se traducen en confiabilidad y tranquilidad para el paciente, disminución del tiempo de paro, incremento de la vida útil, menores costos de reparación

9.2. Recomendaciones

1. Involucrar al personal del departamento de mantenimiento en los procesos de compra y recepción de los Concentradores de Oxígeno, esto asegurará que no se olvide exigir al suministrante del equipo la inclusión de elementos importantes que deben acompañar toda compra de un equipo como los son los manuales de operación y servicio; además, a la hora de recibir el concentrador se podrá estar seguro de que el equipo viene en buenas condiciones (físicas, de operación y funcionamiento) y que se tiene lo que se pidió.
2. Es importante que el departamento de mantenimiento cuente con una existencia mínima de repuestos, sobre todo filtros (de partículas gruesas, partículas pequeñas, bacteriológico), para evitar contratiempos y paros del equipo por falta de éstos.
3. Llevar a la práctica los cuidados y limpieza, y las rutinas de mantenimiento preventivo propuestas para el equipo, ya que por medio de la realización de estas, se asegura que el Concentrador se conserve en buenas condiciones de operación, rendimiento y que su vida útil se alargue.
4. Tomar en cuenta todas las recomendaciones, precauciones y advertencias que se hicieron en los manuales de servicio y de operación al momento de manipular y operar el Concentrador, sin dejar de lado la información proporcionada por el fabricante.

5. Tomar en cuenta e implementar las recomendaciones propuestas en la distribución arquitectónica sugerida para los Concentradores de Oxígeno, para asegurar su correcta instalación, operación y funcionamiento.
6. Previendo que el Concentrador de Oxígeno siempre esté en uso, es importante entregar al paciente un juego adicional de filtros de partículas grandes y cánulas, así en los que unos están en proceso de limpieza, los otros están en servicio.
7. Explicarle al paciente la importancia de adquirir un cilindro de reserva como fuente alternativa de oxígeno suplementario en caso de la interrupción del servicio eléctrico, una condición de alarma o fallos mecánicos.

Bibliografía

1. Cossio. **"MEDICINA INTERNA (Fisiopatología - Semiología - Clínica - Tratamiento) TOMO I"**. Editorial Medicina. Sexta Edición.
2. OCEANO. **"Diccionario de Medicina Oceano Mosby"**. Oceano Grupo Editorial. Edición en español, 1996.
3. **"Principios de Medicina Interna de Harrison"**. 13ª Edición. McGRAW-HILL.
4. **"Tratado de Medicina Interna de Cecil"**. 19ª Edición. Interamericana. McGRAW-HILL.
5. MSPAS-GTZ. **"Beneficio Económico obtenido del Alargamiento de la Vida Útil de los Equipos Hospitalarios como Efecto del Mantenimiento Hospitalario"**. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. (PMH), El Salvador 1999.
6. MSPAS-GTZ. **"Guía para el Diseño, Ejecución y Evaluación de la Capacitación en un Departamento de Mantenimiento de los Servicios de Salud"**. Proyecto de Mantenimiento Hospitalario. (PMH). El Salvador, Octubre 1998.
7. ECRI. **"Healthcare Product Comparison System"**. HPCS. 1986.
8. American Hospital Association. **"Manual de Ingeniería Hospitalaria"**. Primera Edición. Editorial Limusa. 1976.
9. OPS. **"Ejecución y Administración de la Ingeniería de Conservación y Mantenimiento"**. 1990.
10. David Peel, MD. **"Concentradores de Oxígeno"**. Revista El HOSPITAL. Octubre/Noviembre 1994.
11. Malagón-Londoño, Galán Morera, Potón Laverde. **"Administración Hospitalaria"**. Primera Edición: 1996. Editorial Médica Internacional LTDA.
12. Gustavo J. Gómez-Rangel. **"Terapéutica Respiratoria. Normas y Aplicaciones"**. Ediciones Científicas, La Prensa Médica Mexicana, S.A.
13. Dr. Manuel Barquín C. **"DIRECCIÓN DE HOSPITALES. Sistemas de Atención Médica"**. 5ª Edición, 1984. Nueva Editorial Interamericana.
14. INVACARE. **"Manual de Operación. Concentradores de Oxígeno"**.

15. **"National Electrical Code. Handbook"**. 8ª Edición.
16. AirSep. **"Manual del Usuario. Concentradores de Oxígeno"**.
17. Marcombo. **"Introducción a la Bioingeniería"**. Boixareu Editores. 1988.
18. www.wric.intelnet/publications/air-oxypen.htm
19. www.airsep.com
20. www.hcs.es/concur/csa12-95.htm
21. www.fondusa.org
22. www.nda.gov.au/wfsa/html/UC1_009.htm

ANEXOS

ANEXO I

"Enfermedades Respiratorias"

ENFERMEDADES RESPRATORIAS

INTRODUCCION

La respiración incluye todos los procesos que contribuyen a la captación de O_2 y eliminación de CO_2 . Los pulmones son los principales órganos de intercambio gaseoso, pero también participan la nariz, la bucofaringe, las vías respiratorias extrapulmonares, el cerebro, la médula espinal, nervios, la caja torácica, los músculos respiratorios, ganglios y vasos linfáticos y el aparato cardiovascular. En consecuencia, las enfermedades respiratorias incluyen alteraciones de vías aéreas, pulmones, pleura, pared torácica, músculos de la respiración y mediastino (excluyéndose corazón, vasos sistemáticos y esófago).

Es probable que las enfermedades respiratorias agudas sean la afección más común de la humanidad. Las afecciones respiratorias crónicas, en particular el enfisema y la bronquitis, ocupan el segundo lugar después de las cardiovasculares como causas de pagos por incapacidad.

Insuficiencia Respiratoria (I.R.)

La insuficiencia respiratoria es la incapacidad de los pulmones para mantener un intercambio gaseoso normal, de lo que resulta una disminución de la tensión de O_2 en la sangre arterial (PaO_2) (hipoxemia), seguida o no de un aumento de la tensión de CO_2 en la misma ($PaCO_2$) (hipercapnia).

EPOC

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es una afección con alta prevalencia en las naciones industrializadas y su frecuencia está aumentando en países en vías de desarrollo.

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es una entidad nosológica que comprende dos afecciones: el **enfisema pulmonar** (EP) y la **bronquitis crónica** (BC).

El asma, en tanto, enfermedad obstructiva y crónica, no está comprendida en la entidad EPOC.

La EPOC se caracteriza por una obstrucción crónica y progresiva al flujo aéreo que puede acompañarse de una hiperreactividad de la vía aérea parcialmente reversible. La obstrucción se instala en forma lenta y progresiva a lo largo del tiempo, y en un lapso variable determina su morbi-mortalidad.

Bronquitis crónica

Se define en términos clínicos, como aquella afección caracterizada por la presencia de tos y expectoración en exceso, crónica o recurrente.

La condición de crónica se define por la ocurrencia de esta sintomatología la mayoría de los días, por lo menos durante tres meses al año y en dos años consecutivos.

Otros síntomas son infecciones torácicas frecuentes, cianosis, hipoxemia, hipercapnia y una marcada tendencia hacia el desarrollo de cor pulmonale e insuficiencia respiratoria.

En la génesis de las bronquitis crónicas interviene fundamentalmente alguno de los factores siguientes:

- a) infecciones recurrentes de las vías respiratorias, virales o bacterianas (bronquitis agudas, amigdalitis, sinusitis);
- b) acción irritativa del tabaco, especialmente del cigarrillo, que es en todos los casos una causa de agravación ,
- c) polución del aire atmosférico por humos, gases irritantes y polvos industriales.

Enfisema pulmonar

Se define en términos anatómicos, como una dilatación anormal y permanente de los espacios aéreos respiratorios distales al bronquiolo terminal, asociado a destrucción de las paredes alveolares, sin fibrosis evidente.

Trastorno pulmonar caracterizado por hiperinsuflación con alteraciones destructivas de las paredes alveolares que conduce a la pérdida de elasticidad pulmonar y disminución del intercambio gaseoso.

Cuando aparece precozmente, suele guardar relación con una deficiencia genética rara de alfa-1-antitripsina(DEFICIENCIA DE LA ALFA₁ ANTRITIPSINA: La deficiencia de alfa₁ antitripsina (α 1AT) es una enfermedad hereditaria caracterizada por una disminución de los niveles séricos de α 1AT, una antiproteasa que representa la principal defensa del pulmón frente a los estragos de la elastasa de los neutrófilos, una produteasa potente y destructora. La pérdida de esta protección de las frágiles paredes alveolares produce enfisema), que inactiva las enzimas leucocitarias colagenasa y elastasa. La afección aguda puede deberse a la rotura de los alvéolos como consecuencia de esfuerzos respiratorios intensos en casos de bronconeumonía, sofocación, tos ferina y ocasionalmente durante el parto. La afección crónica suele asociarse con bronquitis crónica, cuya etiología más importante es el hábito de fumar. También se produce enfisema como **secuela** del asma o **tuberculosis** que ocasionan una hiperdistensión pulmonar con destrucción de las fibras elásticas y las paredes alveolares a largo plazo.

El paciente enfitematoso puede presentar disnea, tos, cianosis, ortopnea, expansión torácica asimétrica, taquiapnea, taquicardia y fiebre. En los casos avanzados hay además ansiedad, narcosis por dióxido de carbono con disminución del pH, aumento de la P_{CO_2} , inquietud, confusión, debilidad, anorexia, insuficiencia cardíaca, edema pulmonar e insuficiencia respiratoria.

Tratamiento de la enfermedad obstructiva crónica

La EPOC no posee a la fecha un tratamiento curativo y no es posible revertir totalmente la mayoría de las alteraciones responsables de las manifestaciones clínicas de la enfermedad. El deterioro progresivo y escasamente reversible de la función pulmonar disminuye la tolerancia al ejercicio y da origen a la disnea, con limitación de la actividad y el desacondicionamiento físico correspondiente;

finalmente la repercusión sobre todo el organismo, da lugar a graves complicaciones. Las medidas terapéuticas deben procurar prevenir o enlentecer el desarrollo de la enfermedad, disminuir la sintomatología y mejorar las condiciones de vida del sujeto afectado. La piedra angular del tratamiento lo constituye la cesación del tabaquismo. Existen otras medidas preventivas que es necesario tener en cuenta: la vacunación antigripal y la vacunación antineumocócica.

COR PULMONALE

Trastorno cardíaco caracterizado por el agrandamiento y disfunción biventricular pero con predominio del derecho, por una enfermedad pulmonar generalmente crónica, aunque a veces puede ser aguda, originando insuficiencia respiratoria con hipoventilación alveolar e hipertensión pulmonar reactiva o sea vasomotora por hipoxia.

Es una enfermedad bastante común después de los 40 a 50 años de edad, mucho más frecuente en el hombre que en la mujer, como en fumadores y entre la población de los centros urbanos industrializados o trabajadores en minas o ambientes contaminados con polvos, partículas o gases irritantes, insuficiencia respiratoria nasal y habitantes de las grandes alturas (enfermedades de los andes).

La causa más frecuente es la bronquitis crónica obstructiva, con enfisema pulmonar o sin él, y sólo a veces el enfisema pulmonar acentuado, asma bronquial inveterada, fibrosis pulmonar difusa sin o con enfisema, granulomatosis o infiltraciones, resecciones pulmonares extensas, pulmón poliquístico congénito y afecciones dificultando los movimientos de la caja torácica.

Se prescribe el reposo en cama; y, si hay infección respiratoria, antibióticos y también oxigenoterapia y una dieta pobre en sal y líquidos. La oxigenoterapia puede hacerse con mascarilla o con cánula, en concentraciones de 24 a 40%, según la presión arterial de oxígeno.

finalmente la repercusión sobre todo el organismo, da lugar a graves complicaciones. Las medidas terapéuticas deben procurar prevenir o enlentecer el desarrollo de la enfermedad, disminuir la sintomatología y mejorar las condiciones de vida del sujeto afectado. La piedra angular del tratamiento lo constituye la cesación del tabaquismo. Existen otras medidas preventivas que es necesario tener en cuenta: la vacunación antigripal y la vacunación antineumocócica.

COR PULMONALE

Trastorno cardíaco caracterizado por el agrandamiento y disfunción biventricular pero con predominio del derecho, por una enfermedad pulmonar generalmente crónica, aunque a veces puede ser aguda, originando insuficiencia respiratoria con hipoventilación alveolar e hipertensión pulmonar reactiva o sea vasomotora por hipoxia.

Es una enfermedad bastante común después de los 40 a 50 años de edad, mucho más frecuente en el hombre que en la mujer, como en fumadores y entre la población de los centros urbanos industrializados o trabajadores en minas o ambientes contaminados con polvos, partículas o gases irritantes, insuficiencia respiratoria nasal y habitantes de las grandes alturas (enfermedades de los andes).

La causa más frecuente es la bronquitis crónica obstructiva, con enfisema pulmonar o sin él, y sólo a veces el enfisema pulmonar acentuado, asma bronquial inveterada, fibrosis pulmonar difusa sin o con enfisema, granulomatosis o infiltraciones, resecciones pulmonares extensas, pulmón poliquístico congénito y afecciones dificultando los movimientos de la caja torácica.

Se prescribe el reposo en cama; y, si hay infección respiratoria, antibióticos y también oxigenoterapia y una dieta pobre en sal y líquidos. La oxigenoterapia puede hacerse con mascarilla o con cánula, en concentraciones de 24 a 40%, según la presión arterial de oxígeno.

EPI

Las enfermedades pulmonares intersticiales (EPI) son un grupo heterogéneo de trastornos inflamatorios difusos de las vías respiratorias inferiores. El término "enfermedad pulmonar intersticial" se refiere al engrosamiento de intersticio de las paredes alveolares, por lo general por fibrosis.

Las EPI no son afecciones malignas y no están producidas por ningún agente infeccioso definido. Aunque puede haber una fase aguda, con frecuencia el comienzo es insidioso y la enfermedad suele ser crónica.

La evolución de muchas EPI es la pérdida progresiva lenta de unidades alveolocapilares funcionales, que termina con frecuencia en insuficiencia respiratoria y la muerte.

FIBROSIS PULMONAR

Formación de tejido cicatricial en el tejido conectivo de los pulmones, debido a cualquier inflamación o irritación provocada por tuberculosis, bronconeumonía o neumoconiosis. Se puede complicar en infarto pulmonar o bronquiectasia.

ANEXO II

"Cuadro Comparativo"

CUADRO COMPARATIVO

Modelo	COMPANION 590	INVACARE 5	NEW LIFE	SOLAIRIS V	INVACARE 5
Fabricante	Nellcor Puritan-Bennett Inc	Invacare Corporation	AirSep Corporation	DeVilbiss Healthcare Inc	Invacare Corporation
Suministrante en el País	DISMED, S.A.	ORTHOSAL S.A. de C.V.	OXGASA	TECNOMED	TECNOMED
Concentración de O ₂ según flujo (LPM)	95%±3% a 1-4 lpm 90%±3% a 5 lpm	95.6%-93% a 1-3 lpm 95.6%-91% a 4 lpm 95.6%-87% a 5 lpm	95% ± 3% a 1-3 lpm 92% ± 3% a 4 lpm 90% ± 3% a 5 lpm	94%±3% a 1 lpm 95%±3% a 2-4 lpm 93%±3% a 5 lpm	95.6%-93% a 1-3 lpm 95.6%-91% a 4 lpm 95.6%-87% a 5 lpm
Selección de flujo (LPM)	0.5 lpm incrementos de 0.5	0.5-5 lpm incrementos de 0.5	0.5-5 lpm incrementos de 0.5	0.5-5 lpm incrementos de 0.5	0.5-5 lpm incrementos de 0.5
Presión de entrega de O ₂	5 psig ± 0.5 psig 34.5kPa ± 3.45kPa	5 psig ± 0.5 psig 34.5kPa ± 3.45kPa	6.5 psig	8.5 psig	5 psig ± 0.5 psig 34.5kPa ± 3.45kPa
Nivel de Ruido dB promedio	Menor que 50 dBA a 1 metro	53 dBA	48 dBA	49 dBA	53 dBA
Sistema de Seguridad	- Alarma de baja presión - Alarma de fallo de alimentación - OCSI* (opcional) - Desconexión automática	- Interrupción por sobrecarga eléctrica o tensión de voltaje - Interrupción del compresor por sobrecalentamiento - Alarma de alta y baja presión e interrupción del compresor - Alarma por pérdida de energía - OCSI*(opcional)	- Alarma de fallo de suministro eléctrico - Alarma de alta y baja presión - Alarma de prueba de batería - OCSI* (opcional)	- Alarma de fallo de alimentación - Alarma de alta y baja presión - Alarma por obstrucción de flujo	- Interrupción por sobrecarga eléctrica o tensión de voltaje - Interrupción del compresor por sobrecalentamiento - Alarma de alta y baja presión e interrupción del compresor - Alarma por pérdida de energía - OCSI*(opcional)
Filtros	- Entrada de aire - Previo de entrada al compresor - Bacteriológico de entrada del compresor - Salida de gases	- Entrada al compresor - Cubierta - Bacteriológico	- Partículas grandes - Bacteriológico		- Entrada al compresor - Cubierta - Bacteriológico

Movilidad Ruedas Agarradero	4 Si (manija)	4 Si (asidero)	4 Si (asidero)	4 si (asidero)	4 Si (asidero)
Gabinete	Doble aislamiento Plástico Noryl	Resistente a impactos, no inflamable	Doble aislamiento Plástico ABS		Resistente a impactos, no inflamable
Manuales				Requeridos por el comprador	Requeridos por el comprador
Consumo de potencia (W)	380 W	390 W	350 W	375 w	390 W
Voltaje y frecuencia	120 VAC, 60 Hz	120 VAC, 60 Hz	120 VAC , 60 Hz	115 VAC, 60 Hz	120 VAC, 60 Hz
Dimensiones (Alto x Ancho x Profundidad)	64.5 x 31.75 x 41.9 cm 25.4 x 12.5 x 16.5 pulg.	60.3 x 45.7 x 35.6 cm 23.75 x 18 x 14 pulg	72.4 x 40 x 36.8 cm 28.5 x 15.7 x 14.5 pulg	70.5 x 40.6 x 35.6 cm 27.75 x 16 x 14 pulg	60.3 x 45.7 x 35.6 cm 23.75 x 18 x 14 pulg
Peso	26.8 Kgs 59 lbs	24.5 Kgs 54 lbs	24.5 kgs 54 lbs	23.2 Kg 51 lbs	24.5 Kgs 54 lbs
Precio	-	\$13,800	\$15,000 - 20,000	\$11,000 - 12,500	\$11,000-12,500
Garantía		1 Año	1 Año	1 Año	1 Año
Contrato de servicio			Mantenimiento correctivo y preventivo		
Normas que cumplen	AS1M F1464-93; CSA 22.2; IEC 601-1; ISO 8359.	ETL-cumplimiento certificado con UL 1431; ANSI.	CSA aprobado por IEC 601-1. Cumple los requerimientos de la ANSI.	ANSI	ETL-cumplimiento certificado con UL 1431; ANSI.

- OCSI: Indicador del Estado de la Concentración de Oxígeno (Oxygen Concentration Status Indicators).

Existen otras dos casas de ventas que suministran Concentradores de Oxígeno:

a) Electro-Lab-Medic. Reconstruye y repara Concentradores de Oxígeno de diversas marcas.
b) FABRIGAS. Venden Concentradores de Oxígeno reconstruidos de fabrica (sucursal Guatemala), marca: Debilviss, precio: \$8,000.

ANEXO III

"Formato De Inspección Para Concentradores De Oxígeno"

Formato De Inspección Para Concentradores De Oxígeno

Marca:	Fecha de Fabricación:	
Modelo:	Fecha de Recepción:	Fecha de Instalación:
Serie:	Precio de Adquisición:	
	<i>Fabricante</i>	<i>Suministrante</i>
Nombre:		
Dirección:		
Tel/Fax:/e-mail:		

1. Inspección Visual

a) ¿Existe algún daño en el equipo?(cortadura, hendidura, abolladura, etc.)

Si ☐No ☐

Explique: _____

b) Documentación recibida:

☐ Manual de Operación☐ Manual de Servicio☐ Manual de Partes☐ Certificado de Garantía

Otros(especifique): _____

c) Integridad física del equipo:

<i>Componentes</i>	<i>Cumple</i>	<i>No Cumple</i>	<i>Observaciones</i>
Carcaza/Chasis			
Montaje/Seguros			
Rodos/Frenos			
Cables eléctricos/Enchufes			
Interruptores/Controles			
Medidores/Indicadores			
Compresor			
Fusibles			
Válvula de alivio			
Filtros			
Placa de datos			

d) Accesorios

☐ Humidificador☐ Cánula Nasal☐ Mascarilla☐ Tubos de suministro de oxígeno☐ Filtros externos adicionales☐ Otros(Especifique*)

* _____

2. Pruebas de funcionamiento y seguridad eléctrica**2.1 Prueba de Funcionamiento**a) *Equipo de prueba requerido:***Analizador de concentración de oxígeno**b) *Pruebas Realizadas*

PROCEDIMIENTO	PASA	NO PASA	OBSERVACIONES
1. Accionar el interruptor a la posición de ENCENDIDO. Una alarma sonará indicando que la batería y alarma están funcionando correctamente. Y dependiendo de la marca del Concentrador una luz verde indicadora ubicada en el panel de control se iluminará.			
2. Verificar el funcionamiento del caudalímetro observando que el movimiento de la perilla concuerda con el movimiento de la bolita indicadora de flujo.			
3. Dejar transcurrir un lapso de tiempo de 5 - 30 minutos, luego fijar la perilla de ajuste del caudalímetro a 4 lpm y comprobar si la concentración está dentro de la especificación establecida por el fabricante del equipo, mediante un analizador de concentración de oxígeno conectado a la salida de oxígeno del Concentrador.			
4. Apagar el Concentrador de oxígeno y verificar que ningún indicador esté iluminado.			

2.2 Prueba de Seguridad Eléctrica

Nº	MEDICIONES	Norma	Valor Límite	Valor Medido
1	Tensión de red (V)	IEC 601-1	110 ± 10%	
2	Potencia (W)	IEC 601-1	No Aplica	
3	Corriente de fuga a tierra (µA)			
3.1	Condiciones normales	IEC 601-1	No Aplica	
3.2	Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta)	IEC 601-1	No Aplica	
4	Corriente de fuga del chasis (µA)			
4.1	Condiciones normales	IEC 601-1	100	
4.2	Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta)	IEC 601-1	500	
4.3	Condición de segunda falla (Línea de tierra abierta)	IEC 601-1	500	
5	Corriente de fuga equivalente a través de equipo (µA)	IEC 601-1	500	
6	Corriente de fuga equivalente a través del paciente (µA)	IEC 601-1	No Aplica	
7	Resistencia de aislamiento entre los conductores de línea y tierra (MΩ)	IEC 601-1	7	
8	Resistencia de aislamiento entre las partes aplicadas y tierra (MΩ)	IEC 601-1	5	
9	Resistencia de tierra (Ω)	IEC 601-1	< 0.1	

Comentarios:

3. Datos de las personas que realizan la Recepción-Inspección:	
<i>Personal del Hospital</i>	<i>Representante de la Empresa</i>
Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:
Firma:	Firma:
Vo.Bo. Departamento de Mantenimiento:	Vo.Bo. Jefe de Servicio

2/2

ANEXO IV

"Formato De Instalación Para Concentradores De Oxígeno (Casa Del Paciente)"

Formato De Instalacion Para Concentradores De Oxigeno (Casa Del Paciente)

Nombre del Paciente: _____

Dirección: _____

Número de teléfono: _____

Marca

Modelo

Serie

Año de Fabricación: _____

Precio: _____

FABRICANTE

Nombre: _____

Dirección: _____

Tel/Fax/e-mail: _____

SUMINISTRANTE EN EL PAIS

Nombre: _____

Dirección: _____

Tel/Fax/e-mail: _____

Accesorios recibidos:

☐ Humidificador☐ Tubos de suministro de oxígeno☐ Cánula Nasal☐ Mascarilla☐ Filtros externos adicionales☐ Otros(Especifique*)

*

¿Funciona el Concentrador Adecuadamente?

☐ Si☐ No

¿Recibió el paciente algún tipo de Capacitación?

☐ Si☐ No

Explique: _____

Flujo recetado: _____ Concentración de oxígeno medida, al flujo recetado: _____

Observaciones: _____

ELABORADO POR: (se recomienda que lo haga el técnico a cargo del equipo)

Nombre: _____

Cargo: _____

Firma: _____

Nombre y firma del Médico a cargo: _____

Firma del Paciente: _____

ANEXO V

"Manual De Operación"



MANUAL DE OPERACION DE CONCENTRADORES DE OXÍGENO



AGOSTO/2000

1.	Introducción	1
2.	Precauciones Y Advertencias Importantes	1
2.1.	Precauciones Y Advertencias Importantes En Cuanto A La Instalación	2
2.2.	Precauciones Y Advertencias Importantes En Cuanto A La Operación	4
3.	Generalidades	4
3.1.	¿Qué Es Un Concentrador De Oxígeno?	5
3.2.	¿Cómo Funciona Un Concentrador De Oxígeno?	5
4.	Recepción	6
4.1.	Desembalaje	6
4.2.	Identificación De Las Partes Del Equipo	6
4.3.	Ensamblaje	8
5.	Instalación	9
5.1.	Ubicación	9
5.2.	Puesta en marcha del Concentrador	11
6.	Limpieza Y Cuidados De Su Concentrador De Oxígeno	13
7.	Problemas Y Fallas Más Comunes	14
8.	Glosario	16

1. Introducción

Este manual del usuario le explicará que es un Concentrador de Oxígeno, como funciona, las partes principales con las que cuenta, como armarlo, donde ubicarlo, como operarlo y como darle un mantenimiento adecuado. También hará muchas recomendaciones, precauciones y advertencias respecto a todo lo anterior. Este manual le servirá de referencia cuando use el Concentrador. Cerciórese de haber leído y comprendido toda la información de este manual antes de poner a funcionar la unidad.

2. Precauciones Y Advertencias Importantes

ADVERTENCIAS GENERALES

- ✖ Este manual es un complemento, no un sustituto del manual del fabricante.
- ✖ NO ponga a trabajar el Concentrador de Oxígeno sin antes haber leído y entendido todas las instrucciones, advertencias y precauciones. Si tiene dificultades en comprender o tiene dudas o alguna pregunta, póngase en contacto con el personal del departamento de mantenimiento del hospital, antes de intentar operar el equipo, de lo contrario podrían ocurrir heridas o daños.
- ✖ Este aparato es para usarse de acuerdo a la receta de un médico y este manual. En caso de darse una alarma o si en algún momento el paciente presenta cualquier síntoma de malestar, porque esta recibiendo una cantidad insuficiente de Oxígeno, inmediatamente debe ponerse en contacto con el médico y el personal del departamento de mantenimiento del hospital.
- ✖ Los pacientes geriátricos, pediátricos u otros pacientes que no pueden comunicar su malestar al utilizar la unidad requerirán supervisión adicional, si la persona que esta cuidándoles observa cualquier síntoma de malestar o concluye que el paciente no recibe la cantidad necesaria de Oxígeno, consulte inmediatamente con el médico y avise al personal del departamento de mantenimiento del hospital.
- ✖ Esta unidad no debe ser usada en aplicaciones de apoyo vital, debe usarse exclusivamente para aplicaciones de terapia de Oxígeno suplementario (oxigeno-terapia).

2.1. Precauciones Y Advertencias En Cuanto A La Instalación

- Evite que el equipo se encuentre cerca de cualquier fuente de Ignición o de calor.
- No permita que el equipo, los tubos y conexiones entren en contacto con sustancias grasosas, aceite, lubricantes o productos hechos con derivados del petróleo, porque puede ocurrir una ignición espontánea y violenta si el Oxígeno bajo presión entra en contacto con estas sustancias.
- Evite crear chispas eléctricas cerca del equipo. Esto incluye chispas creadas por electricidad estática mediante cualquier tipo de fricción.
- Prohíba fumar en el área donde este operando el equipo.
- No instale la unidad en una habitación con aire acondicionado, porque el aire esta recirculando, esto afecta la pureza del Oxígeno producido por el Concentrador.
- No permita que ningún objeto obstruya las entradas de aire del equipo, manténgalas libres.
- No coloque el equipo cerca de paredes, cortinas, tapizados, alfombras gruesas, bocas de entrada de aire caliente y chimeneas, para asegurar que llega suficiente corriente de aire al sistema ventilación del equipo. Colóquelo de modo que todos los lados del Concentrador, estén alejados por lo menos 50 centímetros de cualquier obstrucción.
- Ponga el equipo sobre una superficie firme y estable, manténgalo siempre en posición vertical, para no afectar su funcionamiento y rendimiento.
- Evite que los cables de conexión eléctrica o de suministro de Oxígeno se encuentren sobre superficies calientes.
- No permita que el tubo de suministro se enrolle sobre el piso frío para evitar la formación de condensación dentro del mismo.
- Evite colocar o mantener el equipo donde corra el riesgo de que le caiga agua u otro líquido.
- Evite colocar o mantener el equipo donde corra el riesgo de caer en agua u otro líquido.
- Conecte el equipo a un tomacorriente que esta debidamente instalado y conectado a tierra. El conectar el equipo a un tomacorriente sin conexión a tierra puede resultar en un riesgo de choque eléctrico.
- En caso de no contar con un tomacorriente con conexión a tierra, es necesario el uso de un adaptador para tomacorrientes de 2 polaridades, para conectar el enchufe del cable eléctrico del equipo al adaptador y el adaptador al tomacorriente. No olvide hacer

contacto entre la oreja del adaptador y la caja metálica del tomacorriente. Nunca intente quitar el pin terminal de tierra del cable eléctrico. Ver instalación, apartado 7

- No utilice extensiones eléctricas con este equipo.
- Mantenga conectado el Concentrador de manera independiente, el tomacorriente úselo solo para la unidad, para evitar que se produzca una sobrecarga de energía en el circuito.
- Debe tenerse precaución con el uso de aparatos portátiles de comunicaciones alrededor del equipo, porque la mayor parte de equipos electrónicos son afectados por la interferencia de Radio Frecuencia (RFI).
- Las situaciones en las que el cuarto del paciente, no provea las condiciones mínimas necesarias para operar el Concentrador, es preferible que el equipo se encuentre fuera de la habitación, 2.5 metros de distancia.

2.2. Precauciones Y Advertencias En Cuanto A La Operación

- No opere el equipo sin haber colocado correctamente los filtros de la cubierta, para partículas grandes, en la entrada de aire.
- Antes de comenzar a usar el equipo fije el caudal de Oxígeno al nivel recetado por el médico. No cambie la cantidad fijada de flujo en el medidor de litros por minuto, a menos que el cambio haya sido consultado con el médico.
- Cuando ajuste el medidor de flujo, no lo ajuste más allá del máximo límite de litros por minuto, porque podría deteriorar la pureza del Oxígeno.
- Evite usar el equipo mientras se baña.
- No toque el equipo si esta mojado.
- No trate de sacar el equipo si ha caído en agua, desconéctelo inmediatamente.
- No deje este equipo sin vigilancia o supervisión mientras se encuentre conectado u operando.
- Constante supervisión es necesaria cuando el producto es usado por o esta cerca de niños o individuos confinados a una cama.
- Si el equipo esta encendido pero no esta en uso, el Oxígeno que fluye por la cánula nasal o por los tubos de suministro de Oxígeno, aumenta la inflamabilidad de los materiales que se encuentren cerca.
- Siempre desconecte el equipo inmediatamente después de usarlo.
- No use partes, accesorios o adaptadores no autorizados, por el fabricante del equipo

porque la garantía quedaría anulada.

- Llene el humidificador con agua destilada hasta el nivel indicado, no lo sobrepase, puede afectar el buen funcionamiento de su unidad.
- Cuando enrosque el humidificador asegúrese de que no queden fugas.
- No invierta las conexiones de entrada y salida de Oxígeno en el humidificador, para evitar que corra agua hacia el paciente a través de la cánula.
- El uso de humidificadores, adaptadores y accesorios no compatibles, ni especificados por el fabricante para ser utilizados con el Concentrador de Oxígeno puede perjudicar su rendimiento.
- Desconecte el cable de alimentación eléctrica del tomacorriente antes de limpiar o dar mantenimiento al equipo.
- No quite la cubierta o las tapas del equipo mientras este conectado.
- No intente desarmar este aparato, ni tampoco permita que personal no calificado lo haga, porque corre el riesgo de choque eléctrico.
- No meta la mano al interior del Concentrador, ni tampoco deje que otras personas lo hagan.

3. Generalidades

Nuestros cuerpos dependen del suministro continuo de Oxígeno para funcionar correctamente, sin embargo muchos pacientes con dificultades respiratorias, tan severas como hipoxemia crónica, edema pulmonar o enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), requieren de altas concentraciones de Oxígeno. Por lo que el médico receta la terapia con Oxígeno suplementario porque su cuerpo no puede recibir una concentración de Oxígeno suficiente del aire ambiente.

Actualmente, muchas personas padecen de diversas enfermedades del corazón, pulmonares, y otras enfermedades respiratorias. Estos pacientes pueden ser beneficiados de la terapia con Oxígeno suplementario para la atención en su hogar o en el hospital.

El Oxígeno es una sustancia química que no causa adicción y es el médico quien recetará un caudal o flujo de Oxígeno suficiente para mejorar la condición del paciente. Pero tenga en cuenta que la terapia no autorizada con Oxígeno puede resultar peligrosa. Debe tenerse la autorización médica antes de usar esta unidad, cuando el médico le recete un nivel específico de flujo de Oxígeno, no aumente ni disminuya dicho nivel sin consultar primero con el médico.

3.1. ¿Qué Es Un Concentrador De Oxígeno?

Es un dispositivo operado eléctricamente que produce una mezcla de gas enriquecida con Oxígeno, esta mezcla se obtiene separando el Oxígeno del aire ambiente, extrayendo el Nitrógeno, permitiendo así que sólo el Oxígeno pase al paciente, proveyendo una alta concentración de Oxígeno, que llega al paciente por medio de una cánula nasal. Por esta razón los Concentradores son usados típicamente como fuentes estacionarias para proveer terapia de Oxígeno de larga duración a pacientes en casas o en hospitales.

Los Concentradores de Oxígeno se introdujeron a finales de la década de los sesentas y se han convertido en la fuente de Oxígeno suplementario más practica y confiable disponibles en la actualidad. Se han documentado estudios clínicos que muestran que los Concentradores de Oxígeno son terapéuticamente equivalentes a otros sistemas de Oxígeno. Los Concentradores de Oxígeno han sido diseñados con el propósito principal de ser utilizados en el hogar.

3.2. ¿Cómo Funciona Un Concentrador De Oxígeno?

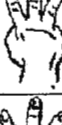
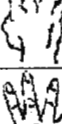
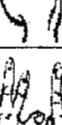
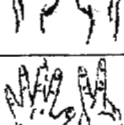
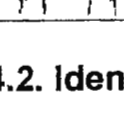
El aire del ambiente normalmente esta compuesto de 78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno, 0.9% de Argón y 0.1 de otros gases. Un Concentrador de Oxígeno utiliza este aire del ambiente como una fuente de oxígeno, esto lo logra haciendo la separación de los componentes del aire (Nitrógeno y Oxígeno). La separación se obtiene aprovechando la propiedad de los gránulos de Zeolita molecular, los cuales selectivamente absorben el Nitrógeno del aire. El aire ambiente entra al Concentrador y es enviado a un compresor, luego el aire comprimido atraviesa el material absorbente regenerativo, Zeolita molecular, denominado filtro molecular, que se encuentra en dos cilindros, los cuales trabajan de manera alterna, obteniéndose un suministro continuo de Oxígeno hacia el paciente.

La Zeolita molecular es un material cerámico no inflamable, la estructura cristalina de la Zeolita, remueve el Nitrógeno del aire suministrado por el compresor y permite el paso del Oxígeno en forma de gas al paciente, logrando así obtener un suministro constante de Oxígeno suplementario, con una concentración de alta pureza (95%), lista para ser usada a la presión requerida.

4. Recepción

4.1. Desembalaje

Lo primero que debe hacer al recibir su Concentrador de Oxígeno es desempacarlo, luego identificar sus partes, después ensamblarlo y por ultimo observar que opere correctamente.

	Inspeccione por si aparece cualquier daño obvio en la caja contenedora o su contenido. Si existe algún daño evidente, notifique al personal del departamento de mantenimiento del hospital y al distribuidor del equipo.
	Remueva de la caja todo el material de empaque.
	Saque cuidadosamente el Concentrador de la caja.
	Inspeccione cuidadosamente el exterior del Concentrador por si existe algún rayón, cortadura, hendidura u otro daño.
	Asegúrese que todos los accesorios vienen y que estos estén completos. (Ver la lista de accesorios que se le entregue)
	Guarde la caja y los materiales de empaque para transportar el equipo en futuras ocasiones. Si el equipo no es usado inmediatamente, almacénelo en su caja contenedora hasta que su uso sea requerido.
	Ponga el Concentrador en un lugar seco, en una superficie firme y estable, para que mantenga la posición vertical.
	No coloque otros objetos sobre el equipo.

4.2. Identificación De Las Partes Del Equipo

Antes de ensamblar y poner a funcionar el equipo, es necesario primero estar familiarizado con el equipo y los componentes principales del mismo.

1. **Interruptor de alimentación:** es el botón (conmutador eléctrico) de apagado y encendido, activa el motor y los circuitos de compresor, inicia y finaliza la operación del Concentrador.
2. **Interruptor de restauración de cortocircuitos:** es el botón que sirve para reiniciar o restaurar la alimentación del sistema después de una interrupción por sobrecarga eléctrica.
3. **Contador de horas:** registra las horas totales de operación que lleva el equipo.

4. **Caudalímetro y perilla reguladora:** el Caudalímetro, es el medidor del flujo, que indica el caudal de Oxígeno en litros por minuto, es ajustado y controlado por medio de la perilla reguladora. Ver figura 1.

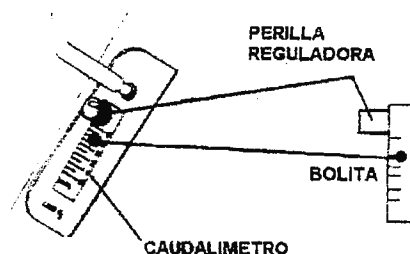


Fig. 1

5. **Cable eléctrico:** permite la conexión del Concentrador a un tomacorriente.
6. **Filtro de la cubierta:** es el filtro para partículas grandes en la entrada de aire, evita que el polvo y otras partículas transportadas por el aire entren al Concentrador. (Fig. 2)



Fig. 2

7. **Instrucciones operativas:** explica los procedimientos necesarios para la correcta operación y funcionamiento de la unidad.
8. **Salida de Oxígeno:** provee el flujo de Oxígeno necesario para el tratamiento.
9. **Accesorios (mangueras, cánula nasal (fig. 3), botella humidificadora (fig. 4), mascarillas (fig. 5)):** las mangueras permiten conectar la salida de Oxígeno a la cánula nasal directamente o primero conectan la salida de Oxígeno a la botella humidificadora (si es recetada por el médico) y luego conectan la botella humidificadora a la cánula nasal.

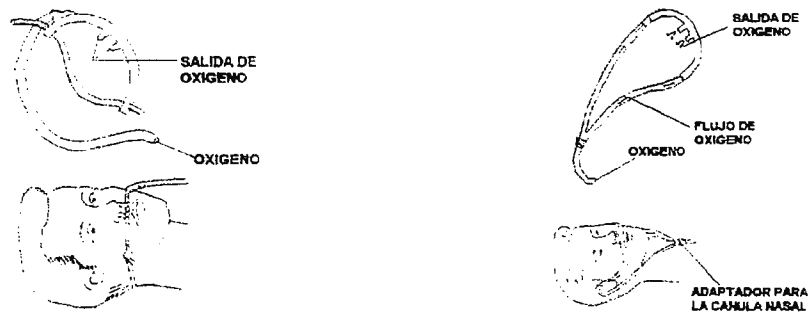


Fig. 3



Fig. 4

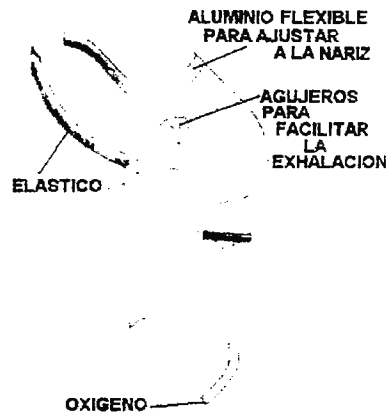


Fig. 5

10. **Indicador del estado de la concentración de Oxígeno (OCSI):** este componente es opcional y se utiliza para monitorizar las concentraciones de Oxígeno y para activar las alarmas cuando se produzca una disminución en los porcentajes de Oxígeno.
11. **Agarraderas:** permiten el manejo y transporte del equipo.

4.3. Ensamblaje

Advertencia

Asegúrese que los filtros de la cubierta para partículas grandes, en las entradas de aire del Concentrador, están colocados correctamente en su lugar. De no ser así colóquelos en su lugar.

Terapia Sin Humidificador

Si la terapia que su médico le receto no requiere del uso del humidificador, siga el siguiente paso:



Coloque el tubo de suministro de oxígeno (mascarilla o cánula nasal) al conector de salida de oxígeno del Concentrador.

Terapia Con Humidificador

Si el médico ha recetado el uso de humidificador como parte de la terapia, siga los siguientes pasos:



Tome la botella humidificadora y llénela con agua destilada hasta el nivel indicado por el fabricante.

ADVERTENCIA

No sobrepase el nivel indicado por el fabricante.

Dependiendo de la Marca del Concentrador de Oxígeno:



Enrosque el humidificador directamente al conector de la salida de oxígeno del Concentrador o coloque el humidificador en su compartimiento, y conecte el adaptador del humidificador a la botella humidificadora, y enrósquela hasta que quede bien segura. Luego conecte el humidificador al conector de la salida de Oxígeno mediante un tubo de transporte de oxígeno.

Conecte la mascarilla, cánula o catéter nasal, al accesorio de salida del humidificador.



ADVERTENCIA

No invierta las conexiones de entrada y salida de Oxígeno de la botella humidificador, para evitar que corra agua hacia el paciente a través de la cánula.

5. Instalación

Justo antes de poner a funcionar el Concentrador es necesario ubicarlo en el lugar que cumpla con las condiciones mínimas necesarias para su óptimo funcionamiento.

5.1. Ubicación

El Concentrador deberá ubicarse en un área que cumpla con las siguientes condiciones:

1. Bien ventilada y espaciosa, lejos de cualquier tipo de obstrucción por lo menos 50 cms, de manera que exista una buena circulación de aire alrededor del equipo, para no afectar el sistema de ventilación del equipo.

NOTA

No es aconsejable que la unidad se instale en una habitación con aire acondicionado, porque el aire esta recirculando lo que afecta la pureza del Oxígeno producido por el Concentrador.

2. Libre de agentes contaminantes, humo, hollín y polvo para evitar que el aire que recibe el sistema de ventilación del equipo afecte la pureza de la concentración de Oxígeno producida.
3. Al menos 1.5 metros alejado de cualquier fuente de ignición o calor a fin de reducir el riesgo de un incendio, debido a que el equipo maneja altas concentraciones de Oxígeno cualquier material puede quemarse, incendiarse o prender fuego fácil y rápidamente en medio de estas concentraciones.
4. Libre de sustancias grasosas, aceites o lubricantes, pues si estas sustancias entran en contacto con Oxígeno bajo presión (como el que maneja el equipo) puede ocurrir una ignición espontánea y violenta.
5. Superficie firme y estable que le permita mantener una posición vertical, para su correcto funcionamiento y rendimiento.

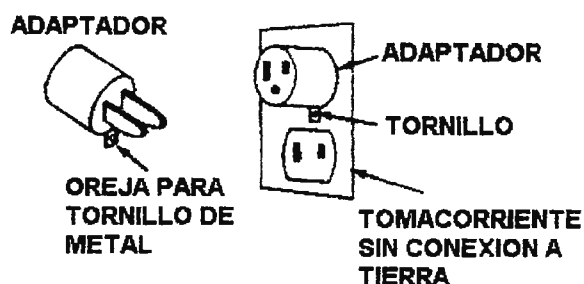
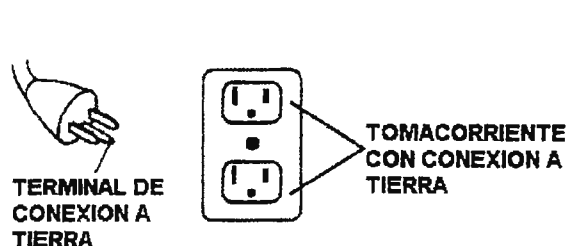
NOTA

evite el riesgo de que al Concentrador le caiga agua u otro líquido, o que este caiga en agua u otro líquido.

ADVERTENCIA

En situaciones en las que la habitación del paciente, no cumpla con las condiciones mínimas necesarias, anteriormente mencionadas, es preferible que el equipo se encuentre fuera de la habitación, a 2.5 metros de distancia.

Cercano a un tomacorriente debidamente instalado y conectado a tierra para evitar el riesgo de choque eléctrico. Fig. 6. El enchufe del cable eléctrico de la unidad tiene un pin de conexión a tierra, si el tomacorriente es de 2 polaridades, es decir, no está conectado a tierra, adquiera un adaptador temporal, para conectar el enchufe, hasta que se instale un tomacorriente con conexión a tierra, por un electricista calificado o consulte si el personal del departamento de mantenimiento del hospital puede hacer el aterrizaje. No olvide que la oreja rígida que sale del adaptador debe ser conectada a un contacto permanente a tierra, tal como la cobertura de la caja metálica del tomacorriente, haga la conexión por medio de un tornillo bien enroscado. Fig. 7.



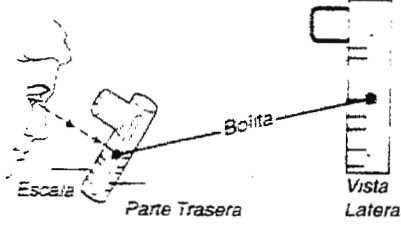
ADVERTENCIA

Nunca intente quitar el pin terminal de conexión a tierra del cable eléctrico de la unidad. Evite el uso de extensiones eléctricas con este equipo. Mantenga la unidad conectada de manera independiente, el tomacorriente úselo solo para la unidad, para evitar que se produzca una sobrecarga de energía en el circuito.

5.2. Puesta En Marcha Del Concentrador

Luego de haber desempacado el Concentrador de Oxígeno, reconocer sus componentes principales y ensamblarlo, el siguiente paso es saber como operarlo y utilizarlo.

	Retire el cable eléctrico completamente del soporte que tiene en el Concentrador y conéctelo a un tomacorriente con conexión a tierra. Recuerde no utilizar extensiones y mantenerlo conectado de manera independiente. Ver apartado 7 de la ubicación.
--	--

	Accione el interruptor (botón) a la posición de ENCENDIDO. Una alarma sonará indicando que la batería y el sistema de alarmas están funcionando correctamente. Y dependiendo de la marca del Concentrador una luz verde indicadora ubicada en el panel de control se iluminará.
	Verifique el funcionamiento del caudalímetro, por medio de la perilla reguladora, observando que el movimiento de la perilla concuerde con el movimiento de la bolita indicadora de flujo.
	Fije la cantidad de flujo recetada por el médico, girando la perilla reguladora hasta centrar la bolita en la línea que indica el nivel de flujo recetado. Fig. 8.  Fig. 8
	Deje transcurrir un lapso de 5 a 30 minutos, después de este período la concentración de oxígeno estará dentro del rango especificado por el fabricante, para ese litraje. Si cuenta con un analizador de concentración de Oxígeno, conéctelo al conector de salida de Oxígeno del Concentrador y compruebe.
	Después de haber ensamblado todos los accesorios, asegúrese que queden firmemente unidos para evitar fugas innecesarias; verifique que no existan fugas en los tubos de suministro de Oxígeno y en cada punto de conexión. Cerciórese que el Oxígeno fluye por la cánula nasal (catéter o mascarilla).
PRECAUCION No permita que el tubo de suministro Oxígeno se enrolle sobre el piso frío para evitar la formación de condensación dentro del mismo y evite que los cables de conexión eléctrica y de suministro de Oxígeno queden sobre superficies calientes.	
	El Concentrador esta listo para ser usado ahora
	Para apagar el Concentrador de Oxígeno accione el interruptor (botón) a la posición de APAGADO.
	Si el equipo no funciona correctamente o no entrega la concentración correcta de Oxígeno consulte inmediatamente con el personal del departamento de mantenimiento del hospital y con su médico.

6. Limpieza Y Cuidados De Su Concentrador De Oxígeno

El mantenimiento que usted debe llevar a cabo para garantizar el buen funcionamiento de su unidad consiste principalmente en la limpieza de la cubierta, lavar y cambiar filtros, así como la limpieza de accesorios (cánula, manguera y humidificador).

Además debe estar atento a cualquier ruido o situación anormal que pueda dañar el equipo, o causar accidentes a usted y a las personas que lo rodean. En el caso que se presente una anomalía en el equipo como: indicaciones erróneas, centelleo eléctrico, olores no usuales, sobrecalentamiento, deberá reportarlo al técnico de mantenimiento del Hospital.

ADVERTENCIA:

Desconecte el cable eléctrico del toma corriente antes de iniciar cualquier procedimiento y no quite la cubierta, para evitar choques eléctricos.

PROCEDIMIENTO:**1) Limpieza de la cubierta**

Limpiar al menos cada dos días la cubierta y el cable eléctrico con jabón líquido, suave y un paño o esponja no abrasivos (áspero); después séquelos frotando.

2) Limpieza de filtros (externos) del Concentrador

Lavar dos veces por semana los filtros de "partículas grandes" (ubicados en la cubierta). Para realizar esto remueva el (los) filtro(s) del Concentrador, lávelo(s) en agua con jabón, enjuáguelo(s) en agua limpia (verificando que no queden residuos de jabón), exprima el exceso de agua y déjelo secar. No use calor para secar el filtro, esto lo puede dañar. Coloque de nuevo el filtro en el Concentrador, teniendo cuidado de fijarlo completamente alrededor de la orilla. No opere el Concentrador sin el filtro externo colocado en su posición, o dañará el Concentrador.

3) Limpieza de accesorios

- Limpie por lo menos una vez a la semana las cánulas y mangueras. Utilice una solución de vinagre y agua tibia.
- Limpie el humidificador cada día. Lávelo con agua y jabón y enjuáguelo con una solución de 10 partes de agua y una de vinagre. Enjuáguelo de nuevo en agua caliente y llénelo otra vez con agua destilada hasta el nivel mostrado en el humidificador. No llene el humidificador por encima del nivel indicado.

7. Problemas Y Fallas Más Comunes

Problema	Causa Probable	Solución
El Concentrador no funciona. condición de fallo de suministro eléctrico.	El cable eléctrico no está conectado al tomacorriente	Verifique que haya una buena conexión entre el enchufe del cable eléctrico y el tomacorriente.
	El tomacorriente no recibe suministro de electricidad. No hay energía en el toma.	Revise la fuente de suministro eléctrico, el interruptor de pared, el fusible o el cortacircuitos de la casa. Cámbielo de toma.
	Se ha activado el cortacircuitos del Concentrador.	Oprima (pero no mantenga oprimido) el botón de restauración de cortacircuitos. Póngase en contacto con el personal del departamento de mantenimiento del hospital.
El Concentrador no funciona. condición de fallo del sistema.	La unidad se ha sobrecalentado debido a una obstrucción en la entrada de aire.	Remueva y limpie los filtros de la cubierta. Y verifique que las entradas de aire del Concentrador estén alejadas por lo menos 50 cms de cualquier obstrucción.
	Insuficiente suministro de energía eléctrica.	No utilice extensiones y mantenga la unidad conectada de manera independiente. Póngase en contacto con el personal del departamento de mantenimiento del hospital.

Caudal limitado de Oxígeno.	Botella humidificadora sucia u obstruida. Cánula nasal y/o tubo de suministro de Oxígeno defectuosos u obstruidos	Desconecte la botella humidificadora de la salida de Oxígeno. Si se restaura el caudal, limpie o reemplace la botella Si encuentra que los tubos de suministro o la cánula nasal no están doblados o enrollados, corrijalos o reemplácelos. Desconecte la cánula del suministro de Oxígeno. Si se restaura el caudal, reemplace la cánula. Desconecte los tubos de suministro de Oxígeno y si el caudal se restaura, reemplácelos. Póngase en contacto con el personal del departamento de mantenimiento del hospital.
Condensación en los tubos de suministro de Oxígeno al usar la botella humidificadora	La unidad no está correctamente ventilada. Temperatura operativa elevada. Los tubos de suministro de Oxígeno se encuentran enrollados.	Verifique que las entradas de aire del Concentrador estén alejadas por lo menos 50 cms de cualquier obstrucción. Y que la unidad no este en una área cerrada. No sobrepase el nivel de llenado de la botella. Desenrolle los tubos de suministro de Oxígeno.

No suena la alarma de la Batería de 9 voltios descarga unidad o suena muy débil	Póngase en contacto con el personal del departamento de mantenimiento del hospital para que le efectúen el cambio.
Se activa el indicador de Filtros de la cubierta sucios. estado de la concentración de Oxígeno Pureza de Oxígeno Fin de la vida útil de los gránulos de Zeolita molecular.	Limpie los filtros o reemplácelos. Póngase en contacto con el personal del departamento de mantenimiento del hospital para que le hagan una recarga o efectúen el cambio de cilindros
Cualquier otro problema	Oprima apague su Concentrador y utilice el suministro de Oxígeno de reserva y contacte inmediatamente al personal del departamento de mantenimiento del hospital.

RECOMENDACIÓN

Es importante adquirir un cilindro de reserva como fuente alternativa de oxígeno suplementario en caso de la interrupción del servicio eléctrico, una condición de alarma o fallos mecánicos en el sistema.

8. Glosario

- ✧ *Dispositivo*: mecanismo o artificio dispuesto para producir una acción prevista.
- ✧ *Síntoma*: señal o indicio subjetivo de una enfermedad o un cambio de estado tal como lo siente el paciente. Fenómeno revelador de una enfermedad.
- ✧ *Oxígeno*: gas incoloro, inodoro e insípido esencial para la respiración del hombre. En la terapia respiratoria se administra para aumentar la cantidad de Oxígeno y así disminuir la cantidad de otros gases circulantes en la sangre.

- ✧ *Pacientes Geriátricos*: pacientes ancianos.
- ✧ *Pacientes Pediátricos*: pacientes infantes.
- ✧ *Oxígeno Suplementario, Oxigenoterapia*: procedimiento en el cual se administra Oxígeno a una persona, con el fin de mejorar las cantidades bajas o moderas de Oxígeno en la sangre (hipoxia). Se suministra por medio de cánulas nasales, catéteres o mascarillas.
- ✧ *Cánula Nasal*: se emplea con el mismo propósito que la cánula nasal, pero no son muy utilizados debido a la incomodidad que producen.
- ✧ *Mascarilla*: dispositivo utilizado para administrar Oxígeno. Esta construida de forma que se fija cómodamente sobre la boca y nariz y puede mantenerse en posición con una cinta o con la mano. Es hecha de plástico desechable con varios agujeros en ambos lados que sirven para facilitar la exhalación en el paciente.
- ✧ *Nitrógeno*: elemento gaseoso, constituye el 78% del contenido gaseoso del ambiente. Es esencial para la síntesis de las proteínas que el organismo necesita.
- ✧ *Filtro*: material o dispositivo utilizado para depurar la mezcla de gas que lo atraviesa.
- ✧ *Caudal*: cantidad de una sustancia que fluye por un área específica.
- ✧ *Flujo*: movimiento de una sustancia determinada.
- ✧ *Ignición*: acción y efecto de estar un cuerpo encendido, si es combustible, o enrojecido por un fuerte calor, si es incombustible. Acción y efecto de iniciarse una combustión.

ANEXO VI

"Manual De Servicio General Para Concentradores De Oxígeno"



MANUAL DE SERVICIO GENERAL DE CONCENTRADORES DE OXÍGENO

AGOSTO/2000

1.	Introducción	1
2.	Peligros y cuidados	1
3.	Manipulación	4
3.1.	Desembalaje	4
3.2.	Inspección	5
3.3.	Almacenamiento	5
4.	Descripción General	5
4.1.	Definición	5
4.2.	Principio de funcionamiento	5
4.3.	Partes principales	7
4.4.	Accesorios	9
5.	Instrucciones de Operación	10
5.1.	Ubicación	10
5.2.	Puesta en marcha del Concentrador	11
6.	Solución de fallas más comunes	13
7.	Mantenimiento	16
7.1.	Rutinas de mantenimiento preventivo	16
7.2.	Procedimientos	20

1. Introducción

Este documento constituye una herramienta, que le servirá a Usted, para conocer, manipular y familiarizarse con el equipo que va a mantener: el Concentrador de Oxígeno. En él encontrará información referente a los usos del equipo, partes principales, accesorios, ubicación general de partes, manipulación, fallas más comunes, mantenimiento, entre otras.

2. Peligros y cuidados



No opere este equipo sin antes leer y entender el manual de servicio. Si tiene dificultades para entender las advertencias, precauciones e instrucciones, póngase en contacto con el suministrante del equipo, antes de intentar su uso. De otra manera heridas o daños pueden resultar.

A. GUARDE ESTAS INSTRUCCIONES.

B. El uso del Concentrador de Oxígeno al aplicar la terapia de oxígeno requiere de cuidados especiales a fin de reducir el riesgo de incendio. Entre estos tenemos:

- En medio de altas concentraciones de oxígeno, como las proporcionadas por el equipo, cualquier material que pueda incendiarse en el aire, y aún los que no, pueden fácilmente prender fuego y quemarse rápidamente. Por esta razón, buscando la seguridad de los que estén y puedan estar en contacto con el Concentrador, es necesario que todas las fuentes de ignición se mantengan alejadas de este producto y de preferencia fuera del área o habitación en la cual se está usando. Por seguridad también deben colocarse rótulos de **NO FUMAR** en el lugar donde se operen éstos equipos.

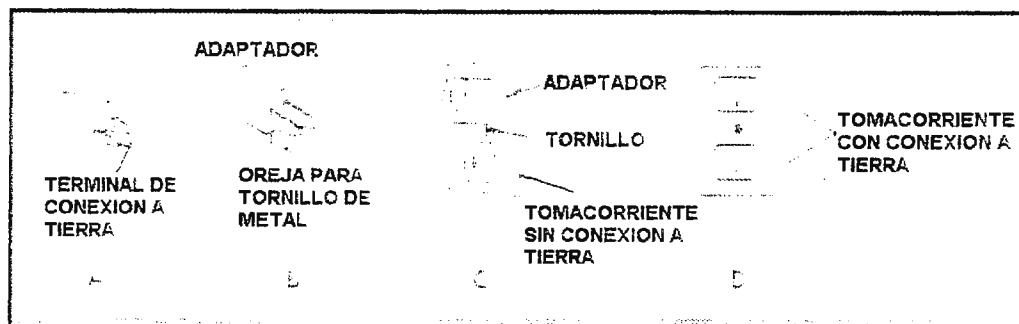
- ~ Substancias grasosas como aceite, grasa u otras, deben mantenerse alejadas del Concentrador de Oxígeno, tubos y conexiones, y todo otro equipo que proporcione oxígeno, ya que una ignición espontánea y violenta puede ocurrir al entrar en contacto con oxígeno bajo presión. No use ningún lubricante a menos que sea recomendado por el fabricante.
- C. Dependiendo de la marca del Concentrador y para óptimos resultados, es recomendable cuando sea puesto a funcionar, lo haga por un mínimo de tiempo cada vez (de acuerdo a lo especificado por el fabricante). Periodos cortos de operación pueden afectar la vida útil del equipo.
- D. Si el cordón eléctrico o el enchufe están dañados; si el Concentrador no trabaja apropiadamente, se le ha dejado caer o dañado, o si ha caído en agua, es preciso que el técnico de mantenimiento acuda para examinar y reparar el desperfecto ocasionado.
- E. Otras precauciones:
 - ☞ Mantenga el cordón alejado de superficies CALIENTES.
 - ☞ NUNCA inserte, deje caer o insertar, ningún objeto en las aberturas.
 - ☞ NUNCA obstruya las entradas de aire al Concentrador, ni lo coloque sobre superficies suaves o flexibles, tales como alfombras, camas, sillas o sofás, donde las aberturas para ventilación puedan ser obstruidas. Cerciórese que las aberturas estén libres de hilos, cabellos y cosas similares.
 - ☞ Llene y verifique que el humidificador sea llenado con agua destilada al nivel indicado por el fabricante. No lo sobrepase.
 - ☞ Es recomendable que el tubo utilizado para el suministro de oxígeno NO EXCEDA los 15 metros de largo.
 - ☞ Personas no autorizadas o no entrenadas en el procedimiento de mantenimiento preventivo de Concentradores de Oxígeno, deben abstenerse de realizar éste proceso.

- F. Para reducir los riesgos de electrocución, tome en cuenta lo siguiente:
- ☞ SIEMPRE desconecte y recuérdelo al operador o usuario desconectar, la unidad INMEDIATAMENTE después de usarla.
 - ☞ No exponga el Concentrador a la lluvia o humedad.
 - ☞ No toque el Concentrador mientras usted esté mojado.
 - ☞ No coloque o guarde el equipo en un lugar donde pueda caer en agua u otro líquido.
 - ☞ Si el equipo a caído en agua DESCONECTELO INMEDIATAMENTE.
- G. Aunque el paciente le indique que está recibiendo una cantidad insuficiente de oxígeno, y para evitar riesgos de daño al paciente, no realice ningún ajuste a la medida del flujo prescrito, a menos que sea autorizado por el médico.
- H. Evite crear chispas eléctricas cerca del equipo. Esto incluye chispas creadas por electricidad estática mediante cualquier tipo de fricción.
- I. El uso inapropiado de la conexión a tierra puede resultar en riesgo de choque eléctrico.

Instrucciones para conexión a tierra:

- ☑ Este equipo debe ser conectado a tierra. En caso de un corto circuito, la conexión a tierra reduce el riesgo de choque eléctrico, sirviendo de vía de escape a la corriente eléctrica. Los Concentradores de Oxígeno están equipados con un cable que tiene un alambre con una terminal para conexión a tierra. El enchufe debe ser conectado a un tomacorriente que está debidamente instalado y conectado a tierra.
- ☑ El Concentrador tiene un enchufe con conexión a tierra, y puede lucir como el enchufe de la ilustración en el dibujo A que se muestra abajo. Un adaptador temporal, que luce como el adaptador ilustrado en los dibujos B y C, pueden usarse para conectar este enchufe a un receptáculo de dos polaridades, según se muestra en el dibujo C, si un receptáculo apropiado con la debida conexión a tierra no está disponible. El adaptador

temporal debe usarse solamente hasta que un tomacorriente con la conexión apropiada a tierra (dibujo D) pueda ser instalado por un electricista capacitado. La oreja rígida que se extiende del adaptador debe de ser conectada a un contacto permanente a tierra, tales como la cobertura de la caja metálica del tomacorriente. Cada vez que el adaptador sea usado, este debe ser sostenido firmemente usando un tornillo.



3. Manipulación

El Concentrador debe mantenerse siempre en su posición vertical para prevenir daño a la cubierta mientras es transportado. La caja en la cual viene empacado ha sido diseñada para asegurar su máxima protección.

3.1. Desembalaje

Desempaque el Concentrador de la siguiente manera:

- ↳ Remueva de la caja todo el material de empaque
- ↳ Saque cuidadosamente el Concentrador de la caja.
- ↳ Verifique la Marca/Modelo del equipo según lo especificado por el suministrante.

3.2. Inspección

Verifique cuidadosamente la integridad física del equipo y asegúrese de la presencia de todos los accesorios y manuales, revisando que éstos estén completos y en buen estado.

3.3. Almacenamiento

- ☞ Almacene el Concentrador de Oxígeno en un lugar seco.
- ☞ NO coloque otros objetos encima de éste.

4. Descripción general

Antes de comenzar a operar el Concentrador de Oxígeno es necesario que se familiarice con él. Debe conocer cómo funciona, cuáles son y dónde se ubican sus partes principales, cuáles son y cómo se conectan los diferentes accesorios que se utilizan para el suministro del oxígeno producido por el Concentrador.

4.1. Definición

El **Concentrador de Oxígeno** es un dispositivo eléctrico que produce oxígeno tomando el aire del medio ambiente, filtrándolo y separando bajo presión el nitrógeno del aire, permitiendo que sólo el oxígeno pase a través de un dispositivo para su administración al paciente, mientras el nitrógeno es liberado al medio.

4.2. Principio de funcionamiento

Un Concentrador de Oxígeno utiliza aire del medio ambiente como fuente de oxígeno. Esto lo logra por medio de la separación de los componentes del aire: nitrógeno, oxígeno y otros gases.

El aire es tomado del ambiente, filtrado e introducido a un compresor (fig. 1). En este punto es comprimido y elevado a una presión de 20 libras por pulgada cuadrada (PSI). El aire comprimido es entonces enviado a una de los cilindros que contienen gránulos de Zeolita (microcristales de

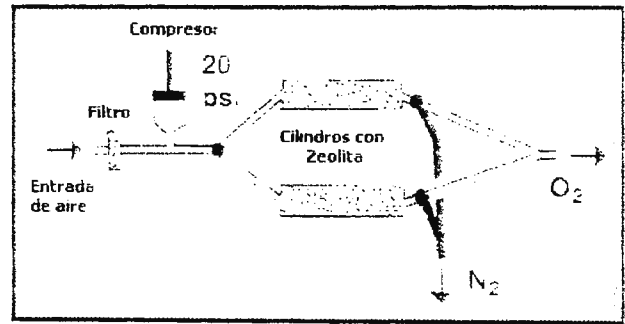


Fig. 1

silicato de aluminio) donde el nitrógeno es absorbido selectivamente dejando como residuo oxígeno, disponible para ser usado por el paciente (fig. 2). Después de unos 20 segundos el suministro de aire comprimido es automáticamente dirigido hacia la otra recámara donde se repite el proceso, permitiendo que la salida de oxígeno sea continua y sin interrupciones. Mientras la presión en la segunda recámara está a 20 PSI, la presión en la primera es reducida a cero, lo que permite que el nitrógeno sea removido de la zeolita y devuelto a la atmósfera. Como la zeolita es un material absorbente regenerativo, comienza entonces a regenerarse para estar lista para el próximo ciclo. El alternar la presión de los dos cilindros, de modo que primero uno tiene 20 PSI y luego el otro tenga 20 PSI, permite que se produzca

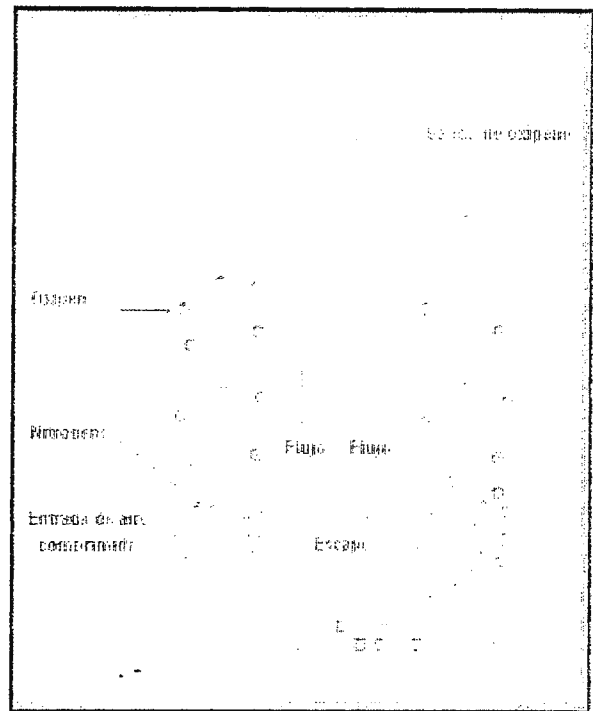


Fig. 2

un suministro constante de oxígeno, mientras la zeolita es continuamente regenerada. Este cambio de presiones en las Unidades individuales permite obtener una salida entre 1 y 5 litros por minuto con una concentración de Oxígeno entre el 87 y 95%. El cambio automático de las presiones en los cilindros se realiza por medio de un microprocesador que controla y regula el funcionamiento de las

válvulas eléctricas, las cuales se encargan de enviar el suministro de aire comprimido a cada una de las recamaras.

4.3. Partes principales

En general los Concentradores de Oxígeno poseen las siguientes partes (Fig. 3). Aunque es importante mencionar que el nombre y la existencia de algunos de estas pueden variar entre un fabricante y otro.

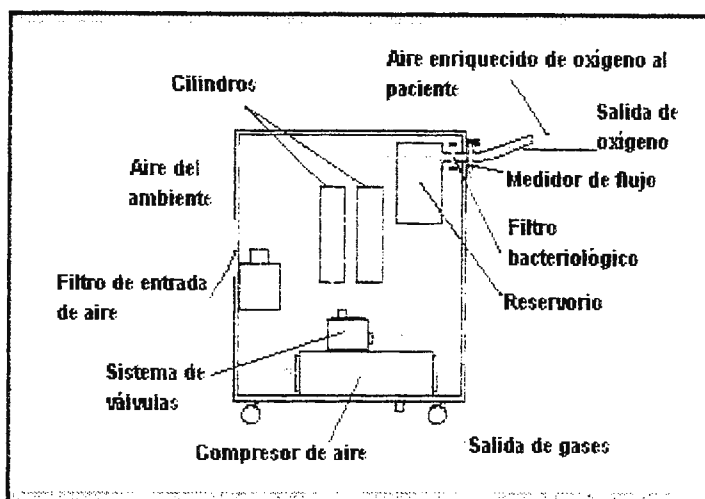


Fig. 3

a) Conmutador eléctrico de encendido y apagado

Arranca y detiene la operación de la unidad.

b) Contador de horas

Registra las horas totales de operación de la unidad.

c) Medidor de flujo (o caudalímetro)

Mide en litros/minuto el volumen de gas administrado al paciente (Fig. 4).

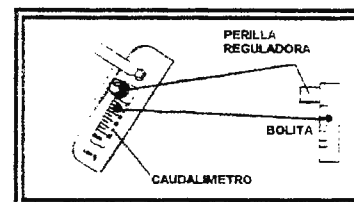


Fig. 4

d) Indicador de la concentración de oxígeno

Monitorea la cantidad de oxígeno producida por el concentrador e indica cuando la salida de oxígeno está por debajo del rango especificado por el fabricante.

e) Salida de oxígeno

Proporciona conexiones para un humidificador (si se requiere), una cánula o un catéter. (Fig. 3)

f) Agarraderas superiores y laterales

Facilitan el transporte de la unidad.

g) Instrucciones operativas

Explica los procedimientos necesarios para operar la unidad.

h) Cable eléctrico

Permite la conexión de la unidad en un tomacorriente.

i) Filtros:

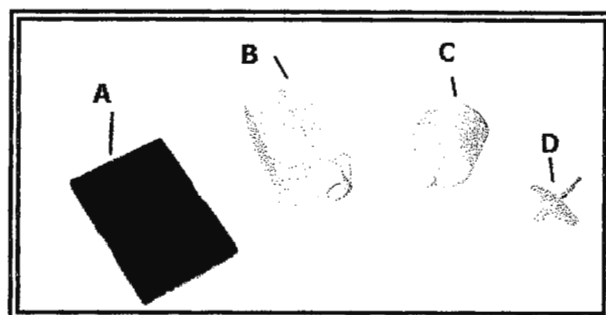
Dependiendo de la marca del Concentrador, así encontrará algunos de los siguientes filtros (Fig. 5):

A) Filtro de partículas grandes. Este filtro elimina las partículas de polvo y otras impurezas del aire que entra al equipo.

B) Filtro de entrada al compresor, que detiene las partículas pequeñas que el primer filtro hubiese dejado pasar.

C) Filtro en línea HEPA.

D) Filtro bacteriológico, último filtro por el que pasa el oxígeno antes de suministrarlo al paciente.

**Fig. 5****j) Compresor**

Aspira el aire del ambiente, lo comprime y eleva a una presión de 20 PSI. (Fig. 3)

k) Cilindros (Canister)

Contienen la zeolita (material molecular absorbente selectivo regenerativo no inflamable), es aquí donde se realiza la absorción del nitrógeno, contenido en el aire proveniente del compresor, y la generación de oxígeno. (Fig. 3)

l) Sistema de válvulas

Regula el flujo del aire comprimido a través de las recámaras de manera alterna y permiten la liberación al medio del nitrógeno.

m) Reservorio

Tanque contenedor de oxígeno antes de la salida de oxígeno. (Fig. 3)

n) Tarjeta electrónica

Controla el sistema de alarma e indicadores. Contiene un dispositivo lógico programable que controla y regula el tiempo de ciclado del sistema de válvulas. Además es mediante un sensor conectado a esta tarjeta que se monitorea la concentración de oxígeno. También es aquí donde va conectada la batería de 9V que sirve para el funcionamiento de la alarma.

4.4. Accesorios

Existen básicamente tres accesorios utilizados para la administración de oxígeno al paciente, estos son:

Mangueras: permiten conectar la cánula nasal a la salida de oxígeno del Concentrador o a la salida del humidificador.

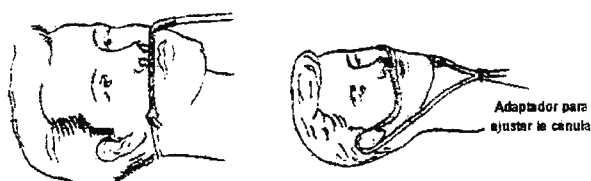


Fig. 6

Cánula nasal: accesorio utilizado para administrar el oxígeno al paciente. (Fig.6)

Humidificador: accesorio utilizado para suministrar humedad en forma de vapor de agua. (Fig.7)



Fig. 7

5. Instrucciones de Operación

Para asegurar que el Concentrador de Oxígeno funcione y opere adecuadamente de acuerdo a las especificaciones de funcionamiento dadas por el fabricante, es necesario tener en cuenta las condiciones en las cuales será ubicado y los procedimientos que se deben seguir para ponerlo en marcha.

5.1. Ubicación

Es importante que el área donde se ubicará el Concentrador cumpla con las siguientes condiciones físico-ambientales y atmosféricas, con el fin de asegurar su óptimo funcionamiento y rendimiento.

Temperatura:	Entre 10 y 35 °C.
Electricidad:	Cercano a un tomacorriente debidamente instalado y conectado a tierra. No extensiones eléctricas.
Mangueras y cánula:	Longitud máxima entre 15 y 17 mts.
Ambiente:	Ventilado, con espacio suficiente y lejos de cualquier tipo de obstrucción, para que pueda existir una buena circulación de aire alrededor del equipo. Libre de humo, hollín y partículas de polvo. La superficie firme y estable, que permita al equipo mantener una posición horizontal.
Tiempo de funcionamiento:	Hasta 24 horas al día
Tiempo mínimo de operación:	30 minutos
Flujo:	1-5 lpm.

5.2. Puesta en marcha del Concentrador

Para iniciar la operación del Concentrador de Oxígeno realice los siguientes pasos:

A. Ensamblaje e Instalación del equipo

- a) En el área destinada para la utilización de el equipo, coloque la unidad cerca del tomacorriente (debidamente instalado y con conexión a tierra), alejado de cualquier fuente de ignición.
- b) Conecte los accesorios para la administración de oxígeno(humidificador, cánula nasal y/o tubos de suministro de oxígeno):

b.1) Si no se va a utilizar humidificador coloque el tubo de suministro de oxígeno (cánula o catéter nasal) al conector de salida de oxígeno del Concentrador. (Fig.8)

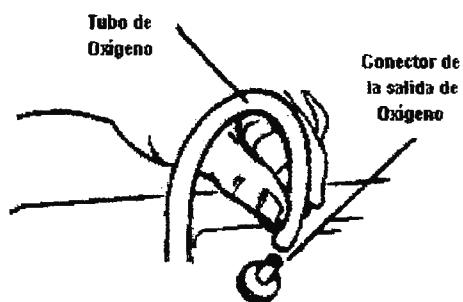


Fig. 8

b.2) Si se requiere del uso del humidificador, tome la botella humidificadora y llénela con agua destilada hasta el nivel indicado por el fabricante (no sobrepase éste nivel). (Fig.9)

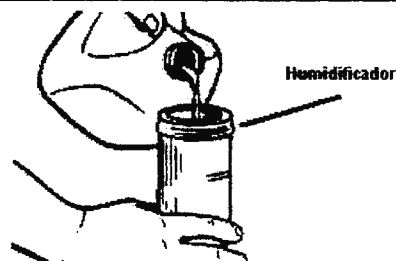


Fig. 9

b.3) Conecte el adaptador del humidificador* (Fig.10) apriete firmemente. Colóquela en su compartimento (Fig. 11).

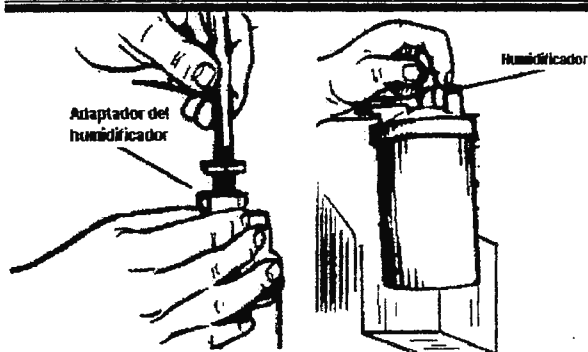


Fig. 10

Fig. 11

* Dependiendo de la Marca del Concentrador de Oxígeno: Enrosque el humidificador directamente al conector de la salida de oxígeno del Concentrador, o conecte el humidificador al conector de la salida de oxígeno mediante un tubo de transporte de oxígeno.

- b.4) Conecte la cánula nasal, a la salida de oxígeno del humidificador.
- c) Después de haber ensamblado todos los accesorios, asegúrese que queden firmemente acoplados para evitar fugas innecesarias. Cerciórese de que el oxígeno fluye por el tubo de suministro de oxígeno.
- d) Retire el cable eléctrico completamente de su soporte.
- e) Inserte el cable eléctrico en el tomacorriente.

B. Prueba de Funcionamiento

a) *Equipo de prueba requerido:*

Analizador de concentración de oxígeno

b) *Procedimiento:*

- b.1) Accionar el interruptor a la posición de ENCENDIDO. Una alarma sonará indicando que la batería y alarma están funcionando correctamente. Y dependiendo de la marca del concentrador una luz verde indicadora ubicada en el panel de control se iluminará.
- b.2) Verificar el funcionamiento del caudalímetro observando que el movimiento de la perilla concuerda con el movimiento de la bolita indicadora de flujo.
- b.3) Deje transcurrir un lapso de tiempo de 5 - 30 minutos, luego fije la perilla de ajuste del caudalímetro a 4 lpm y compruebe si la concentración está dentro de la especificación establecida por el fabricante del equipo, mediante un analizador de concentración de oxígeno conectado a la salida de oxígeno del Concentrador.
- b.4) Apague el Concentrador de Oxígeno y verifique que ningún indicador esté iluminado.

C. Prueba de seguridad eléctrica

Puede realizar la siguiente prueba:

Nº	MEDICIONES	Norma	Valor Límite	Valor Medido
1	Tensión de red (V)	IEC 601-1	110 ± 10%	
2	Potencia (W)	IEC 601-1	No Aplica	
3	Corriente de fuga a tierra (µA)			
3.1	Condiciones normales	IEC 601-1	No Aplica	
3.2	Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta)	IEC 601-1	No Aplica	
4	Corriente de fuga del chasis (µA)			
4.1	Condiciones normales	IEC 601-1	100	
4.2	Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta)	IEC 601-1	500	
4.3	Condición de segunda falla (Línea de tierra abierta)	IEC 601-1	500	
5	Corriente de fuga equivalente a través de equipo (µA)	IEC 601-1	500	
6	Corriente de fuga equivalente a través del paciente (µA)	IEC 601-1	No Aplica	
7	Resistencia de aislamiento entre los conductores de línea y tierra (MΩ)	IEC 601-1	7	
8	Resistencia de aislamiento entre las partes aplicadas y tierra (MΩ)	IEC 601-1	5	
9	Resistencia de tierra (Ω)	IEC 601-1	< 0.1	

6. Solución de fallas más comunes

Este es un manual de servicio para Concentradores de Oxígeno en general, las sintomatologías mencionadas a continuación podrían variar para una misma falla y entre un fabricante u otro.

SINTOMA	POSIBLE CAUSA	SOLUCION
La unidad no funciona. Suenan una alarma.	1. El cable eléctrico no está conectado en el tomacorriente. 2. No hay energía en el tomacorriente. 3. Se ha activado el cortacircuitos ó interruptor automático.	1. Enchúfelo al tomacorriente. 2. Revise la fuente de suministro eléctrico o la caja térmica. Si el problema persiste, use un tomacorriente diferente. 3. Ubique ya sea externa o internamente el interruptor o cortacircuitos. Restablézcalo.

Caudal limitado	1. Humidificador sucio u obstruido. 2. Cánula nasal, catéter y/o tubo de suministro de oxígeno defectuosos. 3. Cánula nasal, catéter y/o tubo de suministro de oxígeno con fuga.	1. Retire el humidificador (si se usara) de la salida de oxígeno. Si se restaura el caudal correcto, limpie o reemplácela por una nueva botella humidificadora. 2. Retire la cánula nasal o el catéter de la línea de oxígeno. Si se restaura el caudal correcto, reemplace por una nueva cánula o catéter. 3. Revíselos y reemplace de ser necesario.
Sobrecalentamiento	1. Obstrucción en la entrada de aire. 2. Recalentamiento del compresor	1. Remueva y limpie los filtros de la cubierta. Aleje el Concentrador a una distancia de 50 cm de las paredes, sábanas, cortinas, o cualquier otro tipo de obstrucción. 2. Embobinado del compresor dañado. Fricción de la pieza del pistón con el anillo por desgaste de empaques.
Alarma de baja presión	1. Una manguera suelta 2. Empaques y anillos del compresor desgastados. 3. Obstrucción en las salidas de aire. 4. Filtro(s) de entrada sucios u obstruidos. 5. Compresor	1. Destape el Concentrador y cerciórese de que todas las mangueras estén bien colocadas. 2. Verifique la presión a la salida del compresor, y el estado de los empaques y anillos, reemplace de ser necesario. 3. Verifique que las salidas de aire no estén obstruidas. 4. Limpiar o reemplazar. 5. Empaques pistón dañados.

	6. Fuga o defecto en la válvula de seguridad del compresor. 7. Voltaje de entrada al equipo insuficiente. 8. Fuga en las mangueras internas del equipo.	6. Reparar la fuga o reemplazar la válvula. 7. No utilizar extensiones. Y verificar voltaje de alimentación con un voltímetro 8. Inspeccionar mangueras.
Alarma de alta presión	1. caudalímetro en posición de cero. 2. Tableta electrónica. 3. Cables(conectores) desconectados. 4. Válvulas de cuatro vías no funcionen.	1. Gire la perilla reguladora del caudalímetro. 2. Chequear los flujos máximos y mínimos de concentración. Chequear el voltaje a través de válvulas piloto (escala de 1 a 200) si el medidor mide 0V al estar encendida la unidad verifique o reemplace la tarjeta. 3. Verifique los conectores de las válvulas pilotos y los conectores de las tabletas. 4. Examine el voltaje en la válvula y verifique si no está pegada. De ser así límpielas o cámbielas.
No suena la alarma del Concentrador o suena una alarma débil durante los primeros segundos de la puesta en marcha del Concentrador.	1. Batería de 9V débil.	1. Reemplace la batería de 9V.

7. Mantenimiento

7.1. Rutinas

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO	<u>Concentrador de Oxígeno</u>	Nº DE INVENTARIO:				
MARCA		UBICACIÓN (Nombre del paciente):				
MODELO						
SERIE						
Actividad Nº	DESCRIPCION	Frecuencia	1	2	3	4
1.	Efectuar limpieza integral de las superficies externas / internas del equipo	Semestral				
2.	Realizar limpieza de accesorios	Semestral				
3.	Revisar sistema eléctrico	Semestral				
4.	Limpiar filtros externos e internos	Semestral				
5.	Reemplazar filtro bacteriológico (cada 10,000 horas)	Semestral				
6.	Verificar concentración de oxígeno	Semestral				
7.	Inspeccionar controles e interruptores	Semestral				
8.	Inspeccionar indicadores	Semestral				
9.	Verificar alarmas visuales y audibles	Semestral				
10.	Verificar presión de trabajo del compresor	Semestral				
11.	Verificar el nivel de ruido (< 55 dB promedio)	Semestral				
12.	Verificar estado de la batería	Semestral				
13.	Cambiar batería	Anual				
14.	Realizar prueba de seguridad eléctrica (ver reverso)	Semestral				
15.	Verificar el funcionamiento del equipo.	Semestral				
☞ Registre la cantidad de horas que marca el horometro: _____ horas						

Recomendaciones:

- ♦ Indicar al usuario del equipo que debe limpiar el exterior del equipo y el humidificador diariamente.
- ♦ Auxiliarse del manual del fabricante (si se posee) para completar la rutina.

FECHA DE SERVICIO			
FIRMA DEL TÉCNICO			
TIEMPO DE EJECUCIÓN (TIEMPO ESTÁNDAR 2 Hrs.)			
PRUEBA DE SEGURIDAD ELÉCTRICA PARA CONCENTRADORES DE OXIGENO (Para equipos clase II, tipo B)			
Nº	MEDICIONES	Norma	1 2
1	Tensión de red (V)	110 ± 10%	
2	Potencia (W)	No Aplica	
3	Corriente de fuga a tierra (µA)		
3.1	Condiciones normales	No Aplica	
3.2	Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta)	No Aplica	
4	Corriente de fuga del chasis (µA)		
4.1	Condiciones normales	100	
4.2	Condición de primera falla (Línea de alimentación abierta)	500	
4.3	Condición de segunda falla (Línea de tierra abierta)	500	
5	Corriente de fuga equivalente a través de equipo (µA)	500	
6	Corriente de fuga equivalente a través del paciente (µA)	No Aplica	
7	Resistencia de aislamiento entre los conductores de línea y tierra (MΩ)	7	
8	Resistencia de aislamiento entre las partes aplicadas y tierra (MΩ)	5	
9	Resistencia de tierra (Ω)	< 0.1	
Material Gastable • Agua • Agua destilada • Franela • Lejía • Limpiador de contactos • Líquido limpiador de superficies • Vinagre		Repuestos Mínimos • Filtro de entrada al Concentrador • Filtro bacteriológico • Filtro de entrada de aire del compresor	Herramientas y Equipos • Analizador de seguridad eléctrica • Analizador de concentración de O₂ • Brocha de 2" • Destornillador philips • Destornillador plano • Manómetro • Multímetro

OBSERVACIONES

1. _____

2. _____

Recomendaciones:

- ♦ Indicar al usuario del equipo que debe limpiar el exterior del equipo y el humidificador diariamente.
- ♦ Auxiliarse del manual del fabricante (si se posee) para completar la rutina.

7.2. Procedimientos

ROUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO: Concentrador de Oxígeno

Actividad Nº	DESCRIPCION	PROCEDIMIENTO
1.	<i>Efectuar limpieza integral de las superficies externas / internas del equipo</i>	• Limpiar la cubierta con el limpiador de superficie líquido y un paño o esponja no abrasivos, después secarlo frotando. • Revisar el aspecto físico general del equipo y sus componentes, para detectar posibles impactos físicos, maltratos, corrosión en la carcasa, levantamiento de pintura o cualquier otro daño físico que obligue a sustituir las partes afectadas. • Limpiar el interior del equipo con una brocha para remover cualquier acumulación de polvo que se encuentre. • Examinar las partes internas del equipo y sus componentes, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, fatiga, roturas, vibración, sobrecalentamiento, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas • Verificar que el compresor trabaje sin dificultad, vibraciones o sonidos extraños. • Limpieza de tableta electrónica, contactos eléctricos, conectores, utilizando limpiador de contactos eléctricos y brocha. • Revisar componentes electrónicos, inspeccionando de manera visual y táctil, si es necesario, el posible sobrecalentamiento de estos.
2.	<i>Realizar limpieza de accesorios</i>	• Limpiar cánulas y mangueras utilizando una solución de vinagre y agua tibia. • Limpiar el humidificador, lavarlo con agua y jabón y enjuagarlo con una solución de 10 partes de agua y una de vinagre. Enjuagar de nuevo en agua caliente y llenarlo otra vez con agua destilada hasta el nivel mostrado en el humidificador.

3.	Revisar sistema eléctrico y sus accesorios	• Inspeccionar el cable de tomacorriente de energía, es importante que se encuentre integro sin dobleces ni roturas. • Revisar componentes eléctricos, para determinar falta o deterioro del aislamiento, de los cables internos o conectores. • Inspeccionar el fusible o protector térmico, limpie con líquido para contactos eléctricos si es posible.
4.	Limpiar filtros externos e internos	Filtro Externo: • Remover filtro de partículas grandes del concentrador y lavarlo con agua y jabón, enjuagar en agua limpia verificando que no queden residuos de jabón, exprimir el exceso de agua y dejarlo secar. • Colocar nuevamente el filtro en el concentrador, teniendo cuidado de fijarlo completamente alrededor de la orilla. Filtro HEPA: • Para las unidades que posean este tipo de filtro se recomienda desinfectarlo con gas formaldehído o lejía sin diluir.
5.	Reemplazar filtro de partículas pequeñas y bacteriológico	• El filtro de partículas pequeñas se debe cambiar cada 2000 horas, verifique el horometro y la condición del filtro, cámbielo de ser necesario. Verifique el horometro, si marca 10,000 o más horas: • Remover el filtro del lugar donde se encuentra localizado, observando cuidadosamente la posición en la que se encuentra. • Colocar el nuevo filtro en su posición correcta.
6.	Verificar concentración de oxígeno	• Mediante un analizador de concentración de oxígeno conectado a la salida de oxígeno del concentrador comprobar si la concentración está dentro de la especificación establecida por el fabricante del equipo

7.	Inspeccionar controles e interruptores	- Examinar la condición física, montaje seguro y el correcto movimiento de todos los controles e interruptores. - Verificar que las perillas de control no tengan deslizamientos en sus ejes.
8.	Inspeccionar indicadores	Comprobar que las lecturas de los indicadores sean las adecuadas para la administración de oxígeno al paciente.
9.	Verificar alarmas visuales y audibles	- Inducir las condiciones para activar las alarmas visuales y audibles: ALARMA DE BAJA PRESION Desconecte alguna de las mangueras internas del Concentrador. ALARMA DE ALTA PRESION Gire la perilla reguladora del caudalímetro hasta 0.5 o menos lpm. - Verificar que las alarmas sean lo suficientemente fuertes, distintivas y/o brillantes para ser percibidas.
10.	Verificar presión de trabajo del compresor	Conecte un manómetro a la salida de prueba de presión del Concentrador y verifique que la presión se encuentre en un rango de 10 a 20 PSI.
11.	Verificar el nivel de ruido (< 55 dB)	Con un medidor de intensidad sonora, colocarse a 1 mt. de distancia de la unidad y verificar que el nivel de ruido no sobrepase los 55 dB promedio.
12.	Verificar estado de la batería	- Inspeccionar su estado físico y verificar que no está abollada. - Revisar que sus bornes estén limpios, limpiar si es necesario. - Comprobar que no hayan señales de derrame. - Con un multímetro mida el voltaje de la batería.
13.	Cambiar batería	- Remover la batería de su posición. - Instalar la nueva batería teniendo el cuidado de colocar la polaridad correcta. - Encender la unidad para verificar su correcto funcionamiento.

14.	Realizar prueba de seguridad eléctrica	• Utilizando un analizador de seguridad eléctrica, realizar las mediciones requeridas en la prueba establecida en la rutina de mantenimiento preventivo.
15.	Verificar el funcionamiento del equipo	• Accionar el interruptor a la posición de ENCENDIDO. Una alarma sonará indicando que la batería y alarma están funcionando correctamente. Y dependiendo de la marca del concentrador una luz verde indicadora ubicada en el panel de control se iluminará. • Verificar el funcionamiento del caudalímetro observando que el movimiento de la perilla concuerda con el movimiento de la bolita indicadora de flujo. • Dejar transcurrir un lapso de tiempo de 5 - 30 minutos, luego fijar la perilla de ajuste del caudalímetro a 4 lpm • Apagar el concentrador de oxígeno y verificar que ningún indicador esté iluminado